

JP9186646

PUB DATE: 1997-07-15

APPLICANT: LUCENT TECHNOLOGIES INC [US] + (LE-SENTO TECHNOL INC)

HAS ATTACHED HERETO CORRESPONDING ENGLISH LANGUAGE EQUIVALENT:

US5771451

PUB DATE: 1998-06-23

APPLICANT: NEC CORP [JP]

**Publication number: JP9186646 (A)**

**Publication date:** 1997-07-15

**Inventor(s):** CHIH-LIN I [US]; SANJIV NANDA [US] +

**Applicant(s):** LUCENT TECHNOLOGIES INC [US] +

**Classification:**

- international: H04B7/26; H04J13/04; H04L12/56; H04W28/22; H04W74/00;  
H04B1/707; H04L12/28; H04W16/14; H04W36/18; H04W72/08;  
(IPC1-7): H04B7/26; H04J13/04

- **European:** H04L12/56B; H04Q7/38C8; H04W28/22; H04W74/00

**Application number:** JP19960281286 19961003

**Priority number(s):** US19950539476 19951005

**Also published as:**

JP3066327 (B2)

US6088335 (A)

US5734646 (A)

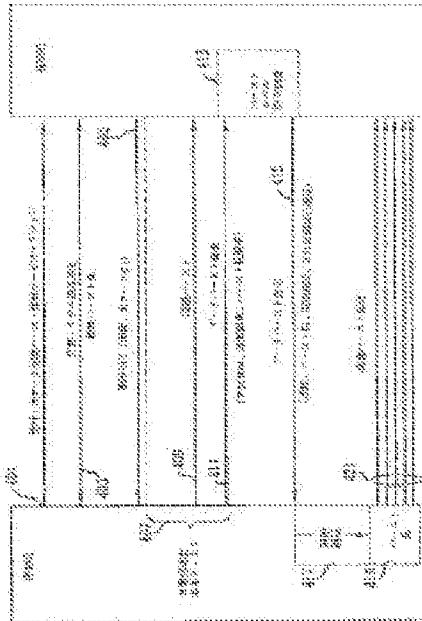
EP0767548 (A2)

 EP0767548 (A3)

more >>

Abstract of JP 9186646 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a CDMA (code division multiple access) system providing a load and interference based on demand assignment service. **SOLUTION:** A mobile station requesting speed more than base data speed transmits pilot strength information concerning the base station of a self cell or an adjacent cell. The pilot strength data decides data speed assigned to the mobile station. When pilot strength information has prescribed relation with a threshold value, increase data speed is assigned. In another execution example, a series of threshold levels are used and the respective threshold levels has relation with different permission data speed. Data speed which satisfies the interference condition of the whole adjacent cells is decided by pilot strength information.; In another execution example, increase data speed being proper to the mobile station requesting speed increase is assigned through the use of pilot strength data which is received together with an average adjacent cell ability load in place of the threshold level.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-186646

(43)公開日 平成9年(1997)7月15日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 7/26			H 0 4 B 7/26	N
H 0 4 J 13/04			H 0 4 J 13/00	G

審査請求 未請求 請求項の数25 F D (全 17 頁)

(21)出願番号	特願平8-281286	(71)出願人	596077259 ルーセント テクノロジーズ インコーポ レイテッド Lucent Technologies Inc. アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー 600-700
(22)出願日	平成8年(1996)10月3日	(72)発明者	チーリン イ アメリカ合衆国, 07726 ニュージャージ ー, マナラバン, テイラー レイク コー ト 9
(31)優先権主張番号	539476	(74)代理人	弁理士 三俣 弘文
(32)優先日	1995年10月5日		
(33)優先権主張国	米国(US)		

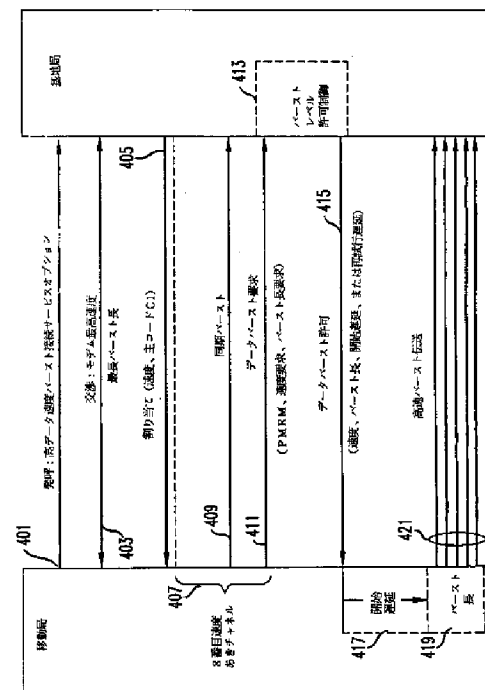
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号分割多元接続システム

(57) 【要約】

【課題】 デマンドアサイメントサービスに基づく負荷と干渉を提供するCDMAシステムを提供する。

【解決手段】 基礎データ速度以上の速度を要求する移動局は、自身のセル及び隣接セルの基地局に関するパイロット強度情報を送る。このパイロット強度データは、移動局に割り当てるデータ速度を決める。パイロット強度情報がしきい値と所定の関係を有する時に増加データ速度を割り当てる。他の実施例では、一連のしきいレベルを用い、各しきいレベルは異なる許可データ速度と関係する。パイロット強度情報ですべての隣接セルの干渉条件を満足するようデータ速度を決める。他の実施例では、しきいレベルの代わりに平均隣接セル能力負荷とともに受信したパイロット強度データを用いて、増速要求の移動局に適切な増加データ速度を割り当てる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のセルを含み、各セルが基地局と複数の移動局を有する符号分割多元接続システムにおいて、

(A) 第1セルの基地局が、前記第1セルの移動局からのこの移動局に割り当てられた基礎データ速度Bを超える第1データ速度を要求するデータバースト要求を受信するステップと、

ここで、前記データバースト要求は、前記第1セルの基地局及び前記第1セルに隣接する少なくとも1つのセルの基地局に関するパイロット強度情報を含み、

(B) 接続制御器が、受信したパイロット強度情報を用いて、前記第1セル及び前記少なくとも1つの隣接セルに超過の干渉を引き起こさずに、前記要求する移動局に許可を与えられる増加するデータ速度を決めるステップと、

(C) 接続制御器から前記要求移動局に、前記要求移動局に許可を与えた増加するデータ速度を含むデータバースト割り当て応答を伝送するステップとを含むことを特徴とする移動局バンド幅の割り当て方法。

【請求項2】 前記接続制御器は、受信したパイロット強度情報をしきい値と比べ、受信したパイロット強度がこのしきい値に関して所定の関係を有する場合、増加するデータ速度が前記要求する移動局に割り当てられることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項3】 前記パイロット強度情報は、前記第1セルに隣接する複数のセル内の基地局に提供され、前記要求する移動局により報告される、複数の隣接するセルのすべての基地局から受信したパイロット強度がこのしきい値を超えない場合、第1データ速度が許可されることを特徴とする請求項2の方法。

【請求項4】 前記バースト要求はデータバースト長の情報を含み、データバースト割り当て応答は、要求する移動局の許可データバースト長を規定するデータバースト長パラメータを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項5】 前記基地局は、要求されるバースト長の情報が許可されるか否かを決定し、許可された場合、データバースト割り当て応答に許可データバースト長のパラメータを含むステップを実行することを特徴とする請求項4の方法。

【請求項6】 データバースト割り当て応答は、要求する移動局に後でその要求を再度出させる再試行遅延の情報を含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項7】 データバースト割り当て応答は、要求する移動局に対して、開始遅延の情報から得られる時間遅延した後、送信するよう指示する開始遅延の情報を含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項8】 基地局の予定データバーストのリストをチェックするステップをさらに含み、このデータバース

ト割り当て応答はリストが所定の長さより長い場合、後で再試行というメッセージと、

リストが所定の長さより短い場合、データバースト許可というメッセージとを含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項9】 しきい値は、ソフトハンドオフ(soft handoff)追加しきい値(T<sub>add</sub>)及び減少しきい値(T<sub>drop</sub>)より低い高速接続しきい値(T<sub>hra</sub>)であることを特徴とする請求項2の方法。

【請求項10】 しきい値は、追加しきい値(T<sub>add</sub>)及び減少しきい値(T<sub>drop</sub>)と所定の関係を有する高速接続しきい値(T<sub>hra</sub>)であることを特徴とする請求項2の方法。

【請求項11】 受信された全てのパイロット強度情報がしきい値以上にある場合、データバースト割り当て応答を前記要求する移動局に伝送し、受信したパイロット強度情報がしきい値以下にある場合、データバースト割り当て応答は、要求する移動局を、許可されるデータ速度より低い速度でデータ伝送を行わせるステップをさらに含むことを特徴とする請求項2の方法。

【請求項12】 データバースト割り当て応答は、パイロット強度情報がしきい値以上にある場合、第1データ速度を拒絶するよう指示することを特徴とする請求項2の方法。

【請求項13】 接続制御器が、第1セルを含む1つまたはそれ以上の基地局に配置されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項14】 接続制御器が、すべての基地局から離れた場所に配置されることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項15】 しきい値のセットは多重データバースト速度に関連し、接続制御器が、前記少なくとも1つの隣接セルから受信されたパイロット強度をこのしきい値のセットと比較して、前記要求する移動局に対して許可するデータ速度を決定することを特徴とする請求項1の方法。

【請求項16】 しきい値のセットの各々は、関連するデータバースト速度を有し、接続制御器は、前記少なくとも1つの隣接セルから受信されたパイロット強度の最大値をこのしきい値のセットと比べて、前記要求する移動局に対して許可するデータ速度を決定することを特徴とする請求項15の方法。

【請求項17】 接続制御器が、前記少なくとも1つの隣接セルの負荷測定情報を表す隣接セル負荷更新メッセージを受信するステップと、前記接続制御器が受信したパイロット強度及び負荷測定情報を用いて、前記第1セル及び前記少なくとも1つの隣接セルに対して干渉を引き起こさずに、前記移動局に許可されうる増加するデータ速度を決定するステップと、

接続制御器からの前記要求する移動局に対して許可された増加するデータ速度を表すデータバースト割り当て応答を、前記要求する移動局に伝送するステップとをさらに含むことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項18】 接続制御器はすべての隣接基地局「i」に関して不等式、 $\alpha(N^i v + N^i \nu \gamma^i) + m \gamma^i$  ( $z_1, z_i$ )  $\leq I_0$  を満足させる「m」の最小値を計算するステップと、

ここで、 $N^i \nu$ は隣接するセルのセル当たりの等価音声ユーザの平均負荷で、 $N^i \nu^i$ はセル「i」の等価音声呼びの負荷で、 $z_i$ はデータユーザからセル「i」までの放射距離でパイロット測定から導出され、 $\gamma^i$  ( $z_1, z_i$ ) =  $z_i / z_1$ を満足する接続制御器から前記要求する移動局に、要求する移動局にデータ速度mBが許可されるデータバースト割り当て応答を送信するステップとをさらに含むことを特徴とする請求項17の方法。

【請求項19】 移動局が複数のセルにある1つ以上の基地局と通信する場合、接続制御器が、1つ以上の基地局の各々から受信したパイロット強度及び負荷測定情報を用いて、複数のセル及びこれらの複数のセルに隣接するすべてのセルに対して超過の干渉を引き起こさずに、前記移動局に許可される増加するデータ速度を決定するステップと、接続制御器からのデータバースト割り当て応答を、前記要求する移動局に伝送し、前記要求する移動局に対して許可された増加するデータ速度を表すステップとをさらに含むことを特徴とする請求項17の方法。

【請求項20】 接続制御器は各基地局に許可される増加するデータ速度を決め、その中から最小のデータ速度を選択して、この選択された最小データ速度を前記要求する移動局に伝送することを特徴とする請求項19の方法。

【請求項21】 複数のセルを含み、各セルが基地局と複数の移動局を有する符号分割多元接続システムにおいて、

第1セルの基地局が、前記第1セルの移動局からこの移動局に割り当てられた基礎データ速度Bを超える第1データ速度を要求するデータバースト要求を受信し、前記データバースト要求が前記第1セルの基地局及び前記第1セルに隣接する少なくとも1つのセルの基地局に関するパイロット強度情報を含む受信手段と、受信したパイロット強度情報を用いて、前記第1セル及び前記少なくとも1つの隣接セルに超過の干渉を引き起こさずに、前記要求移動局に許可を与える増加するデータ速度を決め、前記要求する移動局に、前記要求する移動局に対して許可された増加するデータ速度を表すデータバースト割り当て応答を伝送する接続制御器とを含むことを特徴とする符号分割多元接続システム。

【請求項22】 接続制御器は、受信したパイロット強度情報をしきい値と比較し、受信したパイロット強度が

このしきい値に関して所定の関係を有する場合、増加するデータ速度を前記要求する移動局に割り当ててることを特徴とする請求項21の符号分割多元接続システム。

【請求項23】 しきい値のセットは多重データバースト速度に関連し、接続制御器は、前記少なくとも1つの隣接セルから受信されたパイロット強度をこのしきい値のセットと比較して、前記要求する移動局に対して許可するデータ速度を決めることを特徴とする請求項21の符号分割多元接続システム。

【請求項24】 接続制御器は、前記少なくとも1つの隣接セルの負荷測定情報を表す隣接セル負荷更新メッセージを受信し、受信したパイロット強度及び負荷測定情報を用いて、前記第1セル及び前記少なくとも1つの隣接セルに対して超過の干渉を引き起こさずに、前記移動局に許可される増加するデータ速度を決め、前記要求する移動局に対して許可された増加するデータ速度を表すデータバースト割り当て応答を前記要求する移動局に伝送することを特徴とする請求項21の符号分割多元接続システム。

【請求項25】 接続制御器が、すべての隣接基地局「i」に関して不等式、 $\alpha(N^i v + N^i \nu \gamma^i) + m \gamma^i$  ( $z_1, z_i$ )  $\leq I_0$  を満足させる「m」の最小値を計算するステップと、

ここで、 $N^i \nu$ は隣接するセルのセル当たりの等価音声ユーザの平均負荷で、 $N^i \nu^i$ はセル「i」の等価音声呼びの負荷で、 $z_i$ はデータユーザからセル「i」までの放射距離でパイロット測定から導出され、 $\gamma^i$  ( $z_1, z_i$ ) =  $z_i / z_1$ を満足し、接続制御器から前記要求する移動局に、要求する移動局にデータ速度mBが許可されるデータバースト割り当て応答を送信することを特徴とする請求項21の符号分割多元接続システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、符号分割多元接続(CDMA)システムに関する。特に、システムの負荷及び干渉に基づいてユーザにデータ速度を割り当てるCDMAシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】周知のように、セル方式音声伝送においては、符号分割多元接続(CDMA)が優れている。時間分割多元接続(TDMA)、または、周波数分割多元接続(FDMA)のような直交システムと比べて、CDMAは、セル間及び同一のセル内の周波数計画、または、「直交」調節(チャネル割り当て)が非常に簡単となる。それは、TDMAとFDMAでは再使用の制限が最悪(または第95パーセントタイル)の影響を考慮しなければならないのに対して、CDMAでの再使用は数多くの低電力ユーザからの平均干渉によるからである。この干渉の平均化特性のため、CDMAは、簡単に音声活量係数とアンテナセクター化を容量ゲインに解釈す

る。さらに、RAKE受信器が広がるスペクトル信号の多パス成分を分解して、それを相違ゲインに解釈する。

【0003】この利点を有するにも関わらず、従来のCDMAシステムは限られたユーザ当たりの処理能力しか有さず、「必要に応じたバンド幅」(bandwidth on demand)の構内情報通信網(LAN)のような応用に適しない。事実上、現在のCDMA標準は、回路モードで動作し、均一のユーザ人口を仮定し、各ユーザの速度をシステム能力の小さな割合におさめる。前述したように、CDMAは数多くの低速(音声または回路モードデータ)ユーザからの平均干渉効果による。CDMAは、最新式の電力制御により、隣接したセルのすべてのユーザの平均干渉がセル内のユーザの干渉のわずかの割合を占めるよう保証する。均一システム内の不完全な電力制御はシステムの機能に直接影響する。

【0004】さらに、完全な電力制御を用いても、混合トラフィック使用のシステムにユーザが高データ速度を使用すると、大きな隣接セルの干渉変化を引き起こし、システム能力を大幅に低減させる。これにより、今まではセル方式CDMAにおいては、高データ速度サービスの提供が不可能となってきた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、ユーザにデマンドアサイメントサービスに基づく負荷と干渉を提供する符号分割多元接続システムを提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明の負荷・干渉に基づいたデマンドアサイメント(LIDA)技術は、システムが許可負荷状態にあり、高データ速度ユーザのピークデータ速度需要を適応する場合、音声(及び他の高優先または高遅延に敏感な)等ユーザを保護する。特に、本発明の方法及び装置は、複数のセルを含む符号分割多元接続システムを提供する。複数のセルの各々は、基地局と多数の移動局を有して、要求する移動局に対して増加するデータ速度を割り当てる。最初に、システムは、移動局からデータバースト要求を受信する。この移動局は、第1セル内で確立した高バースト速度データ呼びを有し、この移動局に割り当てられた基礎データ速度Bを越えるデータ速度を要求する。データバースト要求は、第1セル及び第1セルに隣接する少なくとも1つのセルの基地局へのパイロット強度情報(例えば、IS-95のパイロット測定報告メッセージ)を含む。第1セルの負荷レベルを既知として、接続制御器は、この受信したパイロット強度を用いて、要求する移動局に対する増加するデータ速度を許可するかどうかを決める。許可されれば、データバースト割り当て応答が接続制御器から要求移動局に伝送される。接続制御器は、受信したパイロット強度をしきい値(例えば、干渉レベル指示器)と比べる機能を有する。

受信したパイロット強度が、しきい値に対して所定の関係を有する時、データバースト割り当て応答は要求する移動局に許可された増加するデータ速度を示す。複数の隣接セル(ここで、近隣セルとも称する)が存在すれば、複数の隣接セル内のすべての基地局から受信されたパイロット強度がしきい値を越えない場合には、増加するデータ速度は、要求する第1データ速度である。

【0007】本発明のシステムのもう1つの特徴は、一連のしきい値レベルを用い、各々は異なる許可データ速度に対応する。受信したパイロット強度情報を用いて、データ速度をすべての隣接セルの干渉影響を満足するよう決める。

【0008】

【発明の実施の形態】混合トラフィックに使用されるセル方式CDMAシステムの干渉の潜在的な大きな変化を削減するために、本発明は、チャネルの負荷及び干渉を考慮した自発的な、及び/または、釣り合いのとれたネットワーク接続制御を提供する。本発明の制御は、サービス要求に応じて、ユーザに対してより高いデータ速度を動的に割り当てると同時に、各ユーザに対するサービスの品質(QOS)を調整する。より高いデータ速度は、ユーザに多重チャネルの同時伝送を許可させるか、または可変広がりゲインや、可変チャネル符号化速度や、可変チップ速度や、変調の変化(Walsh変調、符号変調、BPSK、QPSK等)のような他の手段を用いるかによって割り当てられる。その優れた方法の1つとしては、米国特許出願第5442625号(Richard D. Gitlin and Chih-Lin I., "Code Division Multiple Access System Providing Variable Data Rate Access", August 15, 1995)に開示された動的デマンドアサイメントを有する多重符号CDMA(MC-CDMA)である。QOSは、チャネル上のターゲットフレームエラーレート(FER)と、信号対干渉比( $E_b/N_0$ )を用いた電力制御を通じて調整される。本発明において、このネットワークは、速度割り当て及びQOS決定を行う時に、チャネルの負荷と干渉とソフトhandoffを考慮した制御方法を用いる。必要ならば、これは音声ユーザの優先を保証する。それ故に、動的パケット式デマンド割り当て接続は、ユーザが所望の速度及びQOS要求で異なるサービスをもってチャネルに接続することを可能にする。

【0009】本発明の自発ネットワーク接続制御は、ここで、無線CDMAネットワークにおける動的デマンド割り当てバースト接続を提供する「負荷及び干渉に基づくデマンドアサイメント(LIDA)」と称される。LIDAは音声(及び他の高優先または高遅延に敏感な)等時ユーザを保護するが、チャネル上の負荷に許される場合、高データ速度によるピーク速度接続を許す。最大努力型QOSの保証によって、この高データ速度サービスは、一般的なLAN及びWAN(広域情報通信網)型のコンピュータ応用(移動IPに基づくサービス及びC

DPDを含む)には最適であるが、過酷なリアルタイム制限を要求する高速通信には不適である。移動IPサービスに関してはC. Perkins, "IP Mobility Support", Internet Engineering Task Force, March 21, 1995に開示され、CDPDに関しては"Cellular Digital Packet Data System Specification: Release 1.1", CDPD Forum, Inc., January 19, 1995に開示されている。

【0010】以下の説明においては、各図における符号及びブロックの番号は、最初に出現した図の図番号を頭文字として付けられる(例えば、110は図1にある)。図1は、従来の多重符号(MC)CDMAシステムを示す。図示したMC-CDMAシステムは、正六角形格子のセルサイト100、110、120、130、140、150、160を含み、各セルサイトは、複数の移動局(例えば、MS1、1-MS1、N)を有し、この移動局は、複数のユーザ(1-N)の各々がセルサイト内の関係する基地局BS1と通信することを可能にする。例えば、セルサイト120は、基地局BS2及び移動局MS2、1-MS2、Jを含む。

【0011】後述する本発明のLIDA制御は、例えば、BS1-BS2などの各基地局上に実現される。本発明の一実施例においては、接続制御器190は、隣接する基地局間(例えば、BS1とBS2の間)に釣り合った接続制御(図1)を提供するために使用される。このような構成において、接続制御器190は、すべての基地局と通信して、基礎データ速度より高いデータ速度及びバースト長の割り当てを制御する。接続制御器190は、別の場所に配置されるように示されるが、基地局または中心交換機との共同配置も可能である。

【0012】輻射距離は、信号の基地局から移動局に伝送する有効輻射損失である。移動局での受信されたパイロット電力 $P_i$ は $P/z_i$ である。ここで、 $P$ は各基地局から伝送されてきたパイロット電力で、 $z_i$ は有効輻射距離である。100内の移動局MS1、1が、セル120に近づいてくると、基地局BS2より受信したパイロット電力は、しきい値 $T_{add}$ 以上に増加して、移動局が「ソフトhandoff」に入る。ソフトhandoffの間では、移動局が基地局BS1とBS2の両方と通信する。本発明において、パイロット測定をバースト接続に拡張する。

【0013】図2は、移動局MS1、1のブロック図を示す。移動局MS1、1は、送信器部250と受信器部260を含む。図示の移動局の例は、前出の米国特許出願第5442625号に開示されている。送信器部250は、畳み込み符号器201を含み、この畳み込み符号器201は、第1データビット速度によってユーザ1からデジタル情報(または、データ信号)を受信する。畳み込み符号器201の出力は、相互配置器202に、そしてWalsh変調器203に接続する。相互配置器202及びWalsh変調器203は公知の技術である。シリアル/パラレル変換器281は、Walsh変調器203の出力

に接続されて、ユーザの入力デジタル情報ストリームをM個の基礎データ速度のシリアル情報ストリームに変換する。以下では、MC-CDMAは、高データ速度を提供する方法の一例である。

【0014】シリアル/パラレル変換器281は、最大で基礎ソース速度Bの $M_{max}$ 倍(ここで、 $M_{max} \cdot B \leq$ チャネル速度である)となるユーザのシリアルデジタル情報入力をM個のデータのストリーム(ここで、 $M$ は $\leq M_{max}$ の整数である)に変換する。S/P変換器281の出力は、符号分割器204、224、244に接続され、各Mデータのストリームをユーザ1にとって独自の符号C1、C2、CMをもってチャネルビット速度に分散化する。結合器254は、符号分割器204、224、244の出力を結合する。出力信号結合器254は、符号器205と206に接続される。符号器205においては、同相コードAIがさらに結合器254からの信号を符号化する。同様に、符号器206は、直角位相コードAQを用いて結合器254からの信号を符号化する。コードAIとAQは、図1のすべての移動局にとって共同である。

【0015】符号器205の出力は、変調器208でキャリア信号 $\cos \omega_c t$ を変調するのに使用される。符号器206の出力は、変調器209でキャリア信号 $\sin \omega_c t$ を変調するのに使用される。ある応用においては、付加の遅延器207がよりよいスペクトル整形を提供するために使用される。変調器208と209の出力は、結合器210で結合されたラジオ周波数信号であり、アンテナ211を介して基地局(例えば、図1のBS1)に送信される。

【0016】基地局(例えば、BS1)は、そのセルサイト100内の移動局MS1、1-MS1、Nにより受信され、複合化された異なるキャリア周波数で送信する。本発明の実施例においては、移動局MS1、1の受信器部260は、復調器(図示せず)を含み、コードAIとAQで符号化されたチャネルビット速度信号を得るために、キャリア周波数を復調し、そして、ユーザ1に出力される情報データ信号を得るために、関係のコードシーケンスC1を用いて整合する(de-spread)。

【0017】基地局、例えば、BS1は、移動局MS1、1の受信器部260と同様な方式で動作して、ユーザ1の情報データ信号を受信し、複合化し、整合する。同様に、移動局MS1、Nに示された他の移動局は、移動局MS1、1と同様な方法で操作される。ただし、ユーザNは、ユーザ1と区別する独自のコードCNを有する。移動局MS1、Nにおいては、同相と直角位相コードAIとAQ、及びキャリア周波数 $f_c$ は、移動局MS1、1に使用されるものと同様である。

【0018】図3は、基地局BS1のブロック図を示す。変調されたキャリア信号は、アンテナ301により受信され、MC-CDMA受信器302により処理され

10

20

30

40

50

る。この受信器302は、プロセッサ303により制御される。受信器302は、前述した図2の移動局MS1.1のMC-CDMA受信器部260と同様な方式で動作する。同様に、MC-CDMA送信器305は、アンテナ311を介して送信し、前述した送信器部250と同様な方式で動作する。

【0019】プロセッサ303は、メモリ304にあるプログラムの制御の下で動作して、MC-CDMA受信器302の動作を制御し、MC-CDMA送信器305は、周知の一般的な基地局の機能を実現し、且つ、セル100に対して、本発明による負荷及び干渉に基づくデマンドアサイメント(LIDA)機能の一部、または、全部を行う。このLIDA機能は、図4～図9に示されており、以下で詳述する。しかしながら、本発明に直接関係のない基地局BS1により行われた標準機能については、ここでは省略する。

#### 【0020】干渉計算

図1を参照して、信号の高速データユーザにより起こったセル内及びセル外の干渉について以下検討する。この結果から、本発明のネットワーク制御割り当てに結合したデマンドアサイメントLIDAが必要であることを検証する。LIDAのアルゴリズムが最高基礎速度のM倍の速度でバースト接続を可能にする手順は一般的に以下の条件による。

- ・セル内及び隣接セルの負荷情報。
- ・移動局により提供されるパイロット強度測定。
- ・隣接セル間におけるバースト速度、バースト長及びバースト開始時間の釣り合い。

【0021】高ビット速度バーストモード動作及び高優先音声ユーザのデータユーザ能力間のシステム資源の釣り合いは、LIDAにより管理される。様々なレベルの複雑さを有するLIDAアルゴリズムについては以下に詳述する。説明の簡略化のため、信号データユーザを有するシステムの制御手順について述べる。ここで示す制御メカニズムは、基本的にはCDMAを介して共有バーストモード接続メカニズムを提供し、本発明の請求範囲に含まれる。

【0022】これからの記述においては、図1のCDMAセル方式システムは、電力制御を持ち、様々な移動局MS1.1-MS1.N、MS2.1-MS2.Jに音声ユーザのみを含むと仮定する。セルサイト100について考察する。音声ユーザのみがサービスされる場合、各セル内の干渉者(例えば、MS1.1)は、基地局BS1に同一の干渉を引き起こし、従って明らかに1つのユーザが現れ、正六角形格子セル式システム110-160における平均セル外の干渉者(例えば、MS2.1)は $\gamma$ ユーザが現れる。パス損失指数を4、 $\gamma$ を0.5とする。各セルにN個の音声ユーザを含むシステムにおいて、各基地局における全干渉は

【数1】

$$I_0 = \alpha N(1 + \gamma) \quad (1)$$

となる。ここで、 $\alpha$ はスピーチ活量係数である。以下の記述において、セル当たりにNユーザの能力を有する音声のみシステムの公称干渉 $I_0$ を参照QOSとして使用することにする。

【0023】時間「t」で基礎速度(参照システム構造により異なるが、9.6 kbpsまたは14.4 Kbps)のM倍で送信する信号データユーザを有するセル内干渉を説明する。スピーチ活量係数は0.4であり、理想的な電力制御下であり、活性データユーザは、このセル内の2.5M個(=M/ $\alpha$ )の音声ユーザに等価すると仮定する。M=4とすれば、データユーザは、10個の音声ユーザの等価資源を消費する。すなわち、このようなデータユーザの「等価負荷」は10である。セル当たりに15～25個の音声ユーザの能力を一般的に有するとすると、信号高速データユーザがセル能力に大きな衝撃を与えることが分かる。(明らかに、移動局データユーザの活量係数はその平均要求をとる。しかし、高データ速度バーストのデマンドアサイメントは、高データ速度送信におけるデータユーザにより生成された最大干渉に対して考慮しなければならない。)

【0024】次に、セル外の干渉に対する影響を考える。音声のみのシステムにおいては、音声ユーザは、セル110～160内に均一に分布し、セル外干渉の多くはセル境界111～161に近い他のセルのユーザ(例えば、MS2.1)から来る。大きなパス損失指数のため、境界から大きく離れるユーザ(例えば、MS2.N)によるセル外干渉はわずかである。高データ速度ユーザ(例えば、MS1.1)が、音声ユーザの平均データ速度のM/ $\alpha$ 倍の速度で送信し、パス101に沿って境界121に近づいてくると、BS1に対するセル内干渉は約M/ $\alpha$ に保持されるが、高速データユーザにより起こったBS2に対するセル外干渉は、音声システムに対して、計算する値以上に急上昇する。しかしながら、サービス品質(QOS)を保持するために、各セル上の全干渉が $I_0$ 以下に制御されなければならない。

【0025】前述したことを定量的に示すために、セル当たりにN個の音声ユーザがあり、ホストセルに1つのユーザが高速データとして活性化されている(送信している)と仮定すると、ホストセル内の全干渉と再近接(このデータユーザに対して)の隣接セル内の全干渉は以下のように表される。

【数2】

$$I_d(r) = \alpha N_v(1 + \gamma) + M\gamma_d(r), \quad (2)$$

ここで、rは、活性化高速データユーザとホストセルサイトとの距離である。ホストセルサイトに関して、このセルによって電力制御されるため、 $\gamma_d(r) = 1$ となり、隣接セルを介して、 $\gamma_d(r) \sim (2R - r)^4 / r^4$ と近似できる。ここで、Rはセル半径である。高速データ



ユーザに対する接続制御のメカニズムは、ホストセルと接近する隣接セルの両方に対して次の制限条件を満足しなければならない。

【数3】

$$I_d(r) \leq I_0 \quad (3)$$

次に、 $r$  の関数とする音声ユーザの数  $N_v$ 、またはデータユーザに使用される基礎データ速度  $B$  の倍率  $M$  を調整して、干渉の制限条件を満足させる。その問題点及び対策については後で詳述する。

【0026】パイロット強度測定による干渉の管理  
前述したように、データユーザによるセル外干渉は、

$(2R-r)/r$  の関数である。そのため、接続制御器は、移動局のセルサイトからの距離の情報を用いて許容の  $N_v$  と  $M$  の値を決める。ここで、 $r$  を制御変数として用いる場合、2つの問題点がある。まず、セルサイトから移動局までの距離は正確に決められない。第二点はもっと重要であり、前述したセル外干渉についての議論は距離  $r$  に変わるが、実際の干渉は、距離と同様に遮蔽の減衰の条件に大いに依存する。そのため、地理的距離による制御は最適でもなければ、実用でもない。本発明では輻射距離による制御を用いて、パイロット強度測定によってこの2つの問題を解決する。この解決法はCDMAシステムに欠くことのできない部分である。

【0027】現在のCDMAシステムにおいて、移動局補助式ソフトhandoffは次のように実現される。基地局は、移動局にパイロットの近隣リストを提供する。移動局は、周期的にこの近隣リスト上のパイロット強度を測定し、セルサイトにそれを送信する。移動局が接続していない基地局のパイロット強度が、しきい値  $T_{add}$  を超える場合、基地局は、移動局にソフトhandoffを開始させる。本発明においては、ソフトhandoff決定にパイロット強度測定を使用する考え方を高データ速度ユーザの接続制御に拡張する。

【0028】図4は、本発明のLIDA機能（以下ではLIDAと称する）を具備する図1のCDMAシステムを示す。ステップ401において、移動局は高データ速度バーストモードサービスの要求を発呼する。ステップ403において、移動局と基地局は、移動局のモデム最高速度及び最大バースト長を協議する。

【0029】ステップ405に示すように、各ユーザにユーザ特有のPNシーケンスとして決められた独自の主コード  $C_1$  が割り当てられる。ユーザが静止状態にあるとき（ステップ407）、非常に低い速度（8番目速度と称する）（サブ速度）の信号チャンネルがその主コードにより維持される。このサブ速度チャンネルは、同期及び粗電力制御の維持を補助する。この状態は、ユーザが1つの基地局に接続したか、多重のセルにソフトhandoffの関係になるかまで持続する。8番目速度フレームにおける送信は断続状態にあるため、静止状態の周期が長ければ、同期及び電力制御の両方とも不適当である。

【0030】それ故に、長い静止周期407の後に移動局からのすべての送信は失われる可能性がある。この問題は、移動局に「長い」静止周期の終了で1つ（または多く）の基礎速度フレームの同調バースト409を送信するよう要求することにより解決される。受信器に、同期及び電力制御のフェードバックの提供の時間を用意する同調バーストに従って、移動局は、基礎速度（ $B$ ）チャンネルに伝送する信号メッセージを用いてデータバースト送信の要求を指示する。別法として、ステップ407、409に示した同調バーストの代わりに、移動局は、要求411を数回伝送する必要がある。

【0031】移動局の接続要求411は、要求するデータ速度と要求するバースト長を含む。移動局に要求される最大バースト長は、システムにより規定される（且つ、ユーザ間の釣り合い共有接続を最適にするよう選択される）。さらに、基地局に干渉情報を提供するために、移動局の接続要求は、パイロット強度情報、例えばPMRMを含む（例えば、隣接セルリストの基地局に対して、MS1.1は、セル110～160の基地局におけるパイロット強度測定を含む）。（なお、接続要求にパイロット強度測定が含まれるかは、ソフトhandoffに使用されるそのような報告のすべてに依存することなく、それに加わるものである。）移動局（例えば、MS1.1）より受信したパイロット強度測定は、基地局（例えば、BS1）に対して、この移動局が隣接の基地局（例えば、BS2）に出現する干渉レベルを提示する。干渉の測定は、距離損失及び遮蔽の減衰の両方を考慮したため、隣接基地局までの輻射距離の測定となり、ステップ413における接続制御の決定に使用される。

【0032】特に、遮蔽の減衰が存在するため、基礎音声のみのシステムのセルサイトに与える平均干渉はK.S. Gilhousenらの論文"On the Capacity of a Cellular CDMA system" (IEEE Trans, Veh. Technol, Vol.VT-40, No.2, May, 1991, pages 303-312)に与えられた式1により修正される。この式を表示すると、 $I_0^* = \alpha N (1 + \gamma^*)$  となる。ここで、 $\gamma^*$  は、遮蔽の減衰におけるセル外の平均干渉である。同様に、音声とデータを含むシステムにおいては、隣接セルのデータユーザに対する干渉係数は、 $\gamma_d^* (z_1, z_2) = z_1/z_2$  となる。ここで、 $z_1$  と  $z_2$  はそれぞれ、ホストセル及び隣接セルに対する移動局のパス損失である。ただし、電力制御を行うホストセルの場合には、 $\gamma_d^* (z_1, z_2) = 1$  となる。パス損失（輻射距離） $z_1$  と  $z_2$  は、距離損失の成分及び遮蔽減衰の成分を含む。干渉の制限条件は次のようになる

【数4】

$$I_d^*(z_1, z_2) = \alpha N_v (1 + \gamma^*) + M \gamma_d^*(z_1, z_2) \quad (4)$$

$$\leq I_0^* .$$

値  $z_1$  と  $z_2$  は、パイロット強度測定より導出される。

【0033】図5に示すように、ステップ413は、接続制御器により行われる。この接続制御器は、基地局（またはソフトhandoffの場合では1つの基地局）または図1の190に示したように別の場所に配置される。そして、ステップ415において、この割り当ては移動局に送信される。予定リストがしきい値 $L$ より長ければ、移動局は、ステップ415で、後で再試行(Retry Delay)と知らせられる。基地局は、この基地局の負荷状態に基づいて、このパラメータの値を選択する。移動局は、データバースト割り当てメッセージ415により遅延パラメータを受信するとき、ステップ419で遅延を開始し、ステップ421で割り当てたデータ速度で、ステップ419による割り当てられたバースト長の伝送を待機する。本発明の他の実施例においては、移動局は、高データ速度伝送を開始する前に明示的なBEGINメッセージを待つよう要求される。

【0034】図1、4、5を参照して、セル100の基地局BS1と隣接のセル120の基地局BS2からのソフトhandoffの間に、接続制御器が移動局（例えば、MS1、1）のバースト接続を調節する方法について述べる。ステップ409、411、415の処理については前述した。図5は、接続制御器に送るバースト受け取りメッセージ501を示す。この接続制御器は、ソフトhandoffの間に要求される処理ステップ413を行う。これらの処理ステップについては、後での図6、7、8において詳述する。処理が終わった後、接続制御器データバースト割り当てコマンドを両方の基地局に伝送して（ステップ503）、基地局は要求する移動局にデータバースト割り当てメッセージ415を伝送する。

【0035】自発接続制御

図6において、本発明の自発接続制御の特性を示す。既に、ステップ411で述べたように、移動局は接続要求においてパイロット強度測定（例えば、PMRM）を提供する。ステップ600において、ホストの負荷状態は所定の負荷レベルに近過ぎると、ステップ600aにおいて再試行遅延コマンドを送る。ホストの負荷状態はバースト接続を許可するが、移動局がソフトhandoff状態にあれば、ステップ601で、接続制御器が移動局のデータ速度を基礎データ速度 $B$ （すなわち、倍率 $m=1$ ）に制限する。ステップ605において、基礎データ速度 $B$ の $m$ 倍のデータ速度を許可するバースト割り当てメッセージが、要求する移動局に伝送される。ホストの負荷状態は、バースト接続を許可し、且つ、移動局がソフトhandoff状態になっていなければ、ステップ607は実行される。ステップ607において、すべての近隣

「 $i$ 」に対する基地局のパイロット強度測定が決められる。パイロット強度測定 $P/z_i$ （411のPMRM）は、隣接セルリストのすべての基地局に対して形成される。ここで、 $P$ は、基地局の既知の伝送電力レベルで、 $z_i$ は、パス損失または輻射距離である。 $P/z_i$ が、高

速接続しきい値 $Thra$ の以下にあれば、移動局は、隣接の基地局に対して超過の干渉を一切起こさずに、移動局が要求倍率 $M$ の最小値または最大倍率 $MR$ の速度での伝送を許可する（ステップ609）ことを表す。（移動局及び基地局は、前述した参照特許に述べられたMC-CDMAのサブコード連結を用いて、多重速度伝送に必要な $M$ コードを局所的に生成することができる）。ステップ605において、接続制御器は、要求する移動局にバースト割り当てメッセージを送信する。

【0036】しきい値 $Thra$ は、すべての隣接基地局が要求する移動局から受信した全干渉が $I$ より小さくなるよう選択される。なお、高速データユーザのために、システムは、音声ユーザ $N_r$ の数を音声のみシステムに許可される最大値より少ない数に制限する可能性がある。 $Thra$ を上げることと、セル当たりの音声ユーザの数 $N_r$ を増加させることを置き換えてもよい。

【0037】要求する移動局に高速伝送を許可することを決めれば、基地局は、バースト伝送の予定リストを作成しなければならない。負荷及び干渉の状態は、時間とともに変わるため、許可の決定は、時間 $Q$ の期間のみ有効である。時間 $Q$ は、システムの負荷、遮蔽減衰の変化及びユーザの移動度に依存する。この時間 $Q$ は、 $L$ フレームの持続時間に対応する。基地局は、予定したバーストのリストをチェックし、 $L$ フレームより短いならば、要求する移動局をリストに追加する。

【0038】ステップ607において、隣接の基地局パイロット強度（ $P/z_i$ ）の任意の1つがしきい値 $Thra$ より高いことが決められれば、移動局は、基礎速度 $B$ での伝送しか許可されない（ステップ603）。すべての隣接基地局のパイロット強度が $Thra$ 以下にならない限り、高速接続は不能となる。但し、ソフトhandoffの決定は、これとは別に行われる。ソフトhandoffの追加及び削除のしきい値 $T_{add}$ 及び $T_{drop}$ は、一般的に、高速データ接続のしきい値 $Thra$ より高い。それ故に、ステップ601で述べたように、ソフトhandoff状態における移動局は、基礎速度 $B$ （すなわち、 $m=1$ ）での伝送しか認められない。逆に言えば、基礎速度 $B$ でのすべての伝送は非デマンドアサイメントを要求する。

【0039】この自発接続制御は、その単純さにおいて優れているが、幾つかの制限がある。例えば、移動局は、範囲領域内の重要な部分においてもソフトhandoff状態にある可能性がある。このソフトhandoffにおいてもより高い速度の接続を許可する方法については以下に述べる。

【0040】強化した自発接続制御

図7は、本発明の強化された自発接続制御の特徴を示す。これまで述べた自発接続制御は、基礎速度（ $m=1$ 、ステップ603）及び高速の2つの選択されたデータ速度のみ許可する。すなわち、この2つのデータ速度は、それぞれ要求される速度の最大値 $M$ 及びシステムの

最大速度MR（ステップ609）である。強化自発接続制御の機能は、基礎速度Bの2、3、…（整数でなくてもよい）倍の高速データユーザの範囲領域を拡大する多重しきい値を形成する。このように、高データ速度を要求するデータユーザは、一般的に、そのセルの中心部に位置するときに高データ速度を割り当て、セル境界に接近するときに低データ速度を割り当てる。

【0041】ステップ700と700aにおいて、ホストセルの負荷状態チェックは、ステップ600と600aと同様な方法で行われる。移動局（例えば、MS1、1）がソフトhandoff状態にあれば、ステップ703及びステップ705は、ステップ603及びステップ605と同様な方法で実行される。しかし、移動局がソフトhandoff状態になれば、接続制御器は、ステップ707でデータ速度を選択する。ステップ707において、すべての隣接基地局「i」からの最大パイロット強度 $P/z_i$ は、ステップ411で移動局MS1、1により報告される一連のパイロット強度測定により決められる。接続制御器は、この最大パイロット強度を一連のしきい値 $\{T_m, m=0, 1, \dots, MR\}$ と比べる。ここで、図10に示すように、 $T_m > T_{m+1}$ である。各しきい値 $T_m$ は、異なる許可データ速度の倍率mに対応する。一貫性のため、 $T_0 = P$ 、 $T_M = Thra$ とする。すべての近隣のパイロット強度 $P/z_i$ は、しきい値 $T_1$ より小さければ、移動局MS1、1はステップ703に示すように、基地局BS1により基礎速度B（ $m=1$ ）の接続しか許可されない。パイロット強度 $P/z_i$ の最大値が $T_m$ と $T_{m-1}$ の間であれば、データ速度倍率mは図10に示すように選択されて、すべての隣接セルの基地局に対する干渉は $I_0$ より小さい。同様に、ステップ709において、接続制御器は、システム極限值MRと要求される倍率Mを超えないようデータ速度を選択する。ステップ705において、基地局はバーストの予定リストをチェックし、リストがLフレームより短ければ、移動局を要求リストに追加し、割り当てメッセージ415を移動局に伝送する。予定リストがしきい値Lより長ければ、移動局に後で再試行のメッセージ415が告げられる。

【0042】一方、ステップ707において、すべての隣接のパイロット強度がしきい値 $T_1$ より高ければ、この移動局MS1、1による高速伝送は、隣接セルに対して超過干渉を引き起こす可能性があること示唆する。そのため、移動局は、ステップ703に示したように基礎速度（ $m=1$ ）に制限される。

【0043】本発明においては、集中的に、あるいは、1つまたは幾つかの基地局、例えば、BS1のに配置される接続制御器はが動的に基礎速度Bのm倍に対応するmの最大値を決め、移動局MS1、1は次の干渉制限条件を満足するときに、この速度で伝送する。

【数5】

$$\alpha N_v(1+\gamma^s) + m\gamma_d^s(z_1, z_2) \leq I_0^s, \quad (5)$$

ここで、ホストセルに対して、 $\gamma_d^s(z_1, z_2) = 1$ となる。しきい値 $\{T_m\}$ はビット速度倍率 $m=1, 2, \dots$ 、最大MRに関して式5を満足するよう定義される。同様に、ソフトhandoff状態にある移動局には基礎速度（ $m=1$ ）での伝送のみが許可され、ソフトhandoff状態に関連するセル内にさらに交渉しないことを要求する。

【0044】図7の強化方式は、図6の単一しきい値方式と比べて若干の複雑さを必要とする。図9において、25音声ユーザを有するセルにおける移動ユーザに許可されるデータ速度は、21個の音声ユーザがhandoffセルにあると仮定する場合に、基地局との距離との関数関係のグラフを示している。図9においては、これらの多重しきい値901～904は相互に非常に近く、ノイズパイロット強度測定との区別が不可能となることと、基礎速度Bのm倍（902～904）での受け取り可能な干渉が基地局からの正規化距離に従って、急激に基礎速度B（901）へ降下することを示す。

【0045】隣接釣り合い接続制御

図8は、本発明の隣接釣り合い接続制御の特徴を示す。隣接セルにかかる瞬間負荷を考慮した前述の2種類の方式とも異なる。以下に述べるように、隣接セル上の低負荷は、干渉制限 $I_0^s$ を満足しながら、高速接続に活用される。

【0046】移動局MS1、1が単一の基地局BS1に接続するときに、基地局BS1にとって隣接セルでの負荷が既知であれば、高データ速度要求に対する速度割り当て決定411が容易に行われる。ステップ803において、基地局では平均負荷 $N_v$ が計算される。ステップ805において、固定のしきい値の代わりに、基地局BS1は、すべての隣接基地局及びその自身に対して次の不等式を満足する最小「m」値を決めることにより割り当て速度の決定を行う。

【数6】

$$\alpha(N_v^i + \bar{N}_v \gamma^s) + m\gamma_d^s(z_1, z_i) \leq I_0^s, \quad (6)$$

ここで、 $N_v$ は、隣接セルにおけるセル当たりの音声ユーザ数の平均値で、 $N_v^i$ は、セル「i」内の音声呼びの数で、 $z_i$ は、データユーザからセル「i」の基地局までの輻射距離であり。また、「i」は、隣接セルリストのインデックスである。ホストセルは $i=1$ に対応する。各隣接セルに対して、 $N_v^i$ 値は、音声呼びに等価する「等価負荷」である。すべての隣接セル「i」に対して式（6）を満足する「m」の最小値を選択することによって、基礎速度Bのm倍のバーストの許可は、すべての隣接セルに超過の干渉を引き起こさないことを保証する。この場合、必要な通信は、隣接セルに対して周期的にその現在の負荷状態の更新（ステップ802）を提

供するだけである。ステップ 807 において、倍率「m」は、mi、M 及び MR の最大値から選択される。ステップ 809 において、移動局がソフト handoff 状態になれば、前述したように予定リストが L フレームより短いならば、速度割り当て及びバーストパラメータは移動局に提供される（ステップ 811）。そうでなければ、移動局にはステップ 811 で再試行が知らせられる。

【0047】移動局がソフト handoff 状態にあれば、ステップ 809 では、接続要求（パイロット強度速度を含む）は接続されている基地局に受信される。同様に、移動局がソフト handoff 状態にある場合、最も簡単な方法は、それを基礎速度（接続制御無し）のみで伝送させることである。ソフト handoff 状態において高データ速度を許可するためには、隣接の基地局間のもっと洗練された調節が必要となる。各基地局は、ステップ 805 と同様な計算を行い、最大許可速度「m」、許可バースト長及び最も速い開始時間を決める。しかし、移動局にこの割り当てを伝送する代わりに、この情報がステップ 813 で「主」基地局または中心交換局（図 1 の 190）に配置された接続制御器に伝送される。制御器 190 は、各基地局により行われた割り当てを比べて、ソフト handoff セルに提案された速度割り当て及びバースト長の最大値、提案開始時間の最も遅い時間を選択する。そして、制御器が割り当てメッセージ（図 5 の 503）を形成し、それをソフト handoff 状態にある移動局に伝送する（図 5 のステップ 415）。すべての基地局ではその予定リストが長いことを示せば、移動局は再試行する必要があるため、再試行メッセージがステップ 415 で移動局に送出される。なお、制御器 190 は、異なるセルに許可される最大の速度及び最遅の開始時間を選択しなければならないので、ソフト handoff に関するセルのチャンネル使用効率の妥協を避けることに留意する必要がある。

【0048】本発明の制御方法は、MC-CDMA を用いて高速接続を提供するが、制御方式 LIDA はわかりやすく、CDMA を介した高データ速度接続の実現に物理的な層を提供する。

【0049】

【発明の効果】以上述べたように、LIDA を有する MC-CDMA システムとして実現される本発明は以下の特徴を提供する。

- ・高速接続バンド幅でのデータサービスを提供するに際して、IS-95 空気インタフェース及び IS-99 データ標準に対する変更が最小限にとどまる。
- ・先行の特許に開示されたサブコードのつなぎに使用するのに適する。
- ・バースト当たりの高バンド幅デマンドアサイメントが負荷とチャンネルの状態に依存する。
- ・ネットワークにおける接続制御は音声及び他の高優先

度のユーザに対して優先を保証する。

- ・接続ごとに送信器指向コードと専一の受信器を使用する。
- ・Eb/N0 要求の減少及び能力の増加を実現するために、順方向エラー訂正（FEC）を（ある程度）犠牲にして、ARQ を用いて再伝送を助ける。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の CDMA システムを表すブロック図。

【図 2】図 1 の CDMA システムの移動局を表すブロック図。

【図 3】図 1 の CDMA システムの基地局を表すブロック図。

【図 4】本発明の基地局により、移動ユーザに負荷・干渉に基づいたデマンドアサイメントサービスを提供する方法を示すフローチャート図。

【図 5】切り替え接続制御器がセル間のソフト handoff を釣り合いする方法を示すフローチャート図。

【図 6】本発明の自発接続制御の特徴を示すフローチャート図。

【図 7】強化自発接続制御の特徴を示すフローチャート図。

【図 8】近隣釣り合い接続制御を示すフローチャート図。

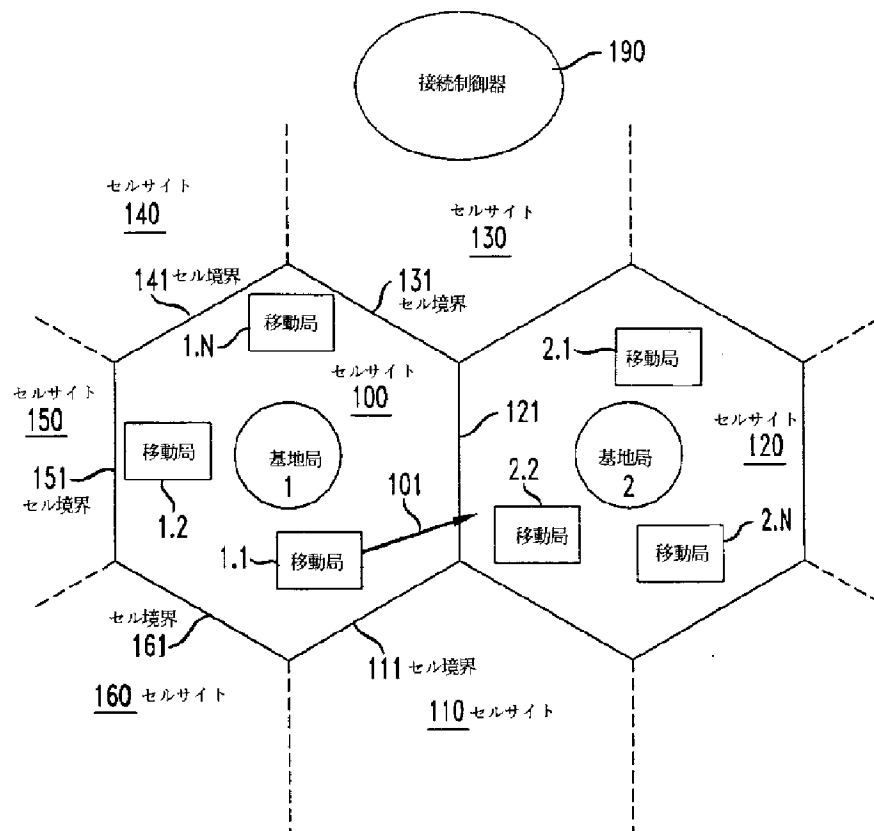
【図 9】基地局からの距離の関数としてのユーザ許可のデータ速度を示すグラフ図。

【図 10】受信パイロット強度測定とデータ速度倍率 m との関係を示すグラフ図。

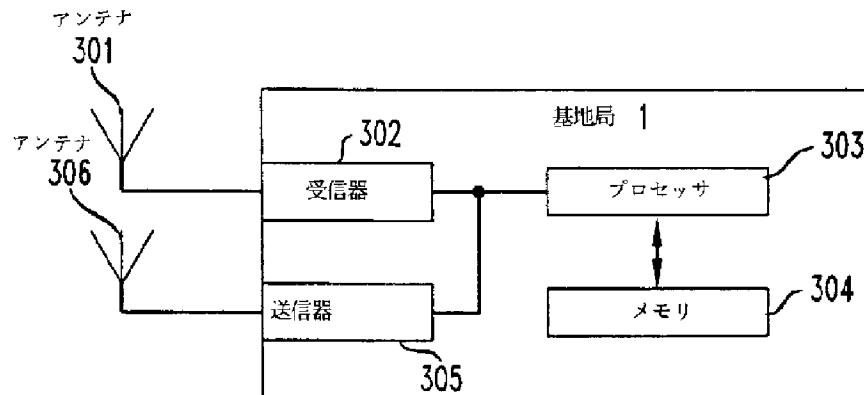
【符号の説明】

- 100、110、120、130、140、150、160 セルサイト
- 111、121、131、141、151、161 セル境界
- 190 接続制御器
- 201 畳み込み符号器
- 202 相互配置器
- 203 Walsh 変調器
- 204、224、244 符号分割器
- 205、206 符号器
- 207 遅延器
- 208、209 変調器
- 210、254 結合器
- 211、212 アンテナ
- 250 送信器部
- 260 受信器部
- 281 S/P 変換器
- 301、306 アンテナ
- 302 受信器
- 303 プロセッサ
- 304 メモリ
- 305 送信器

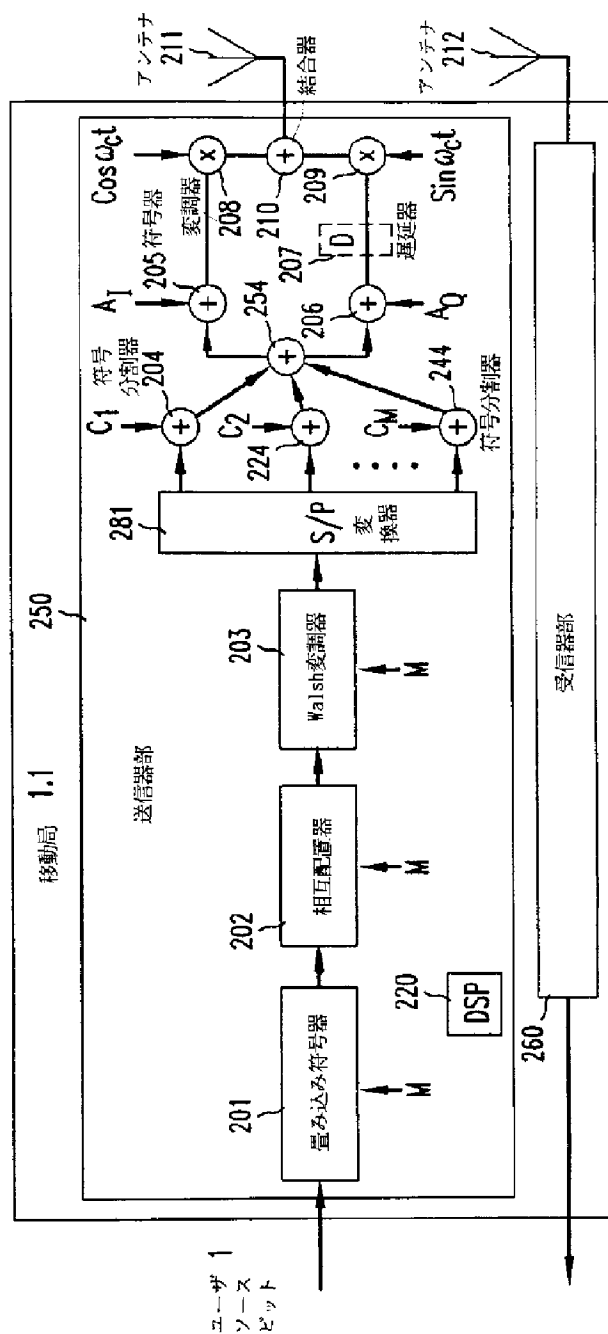
【図 1】



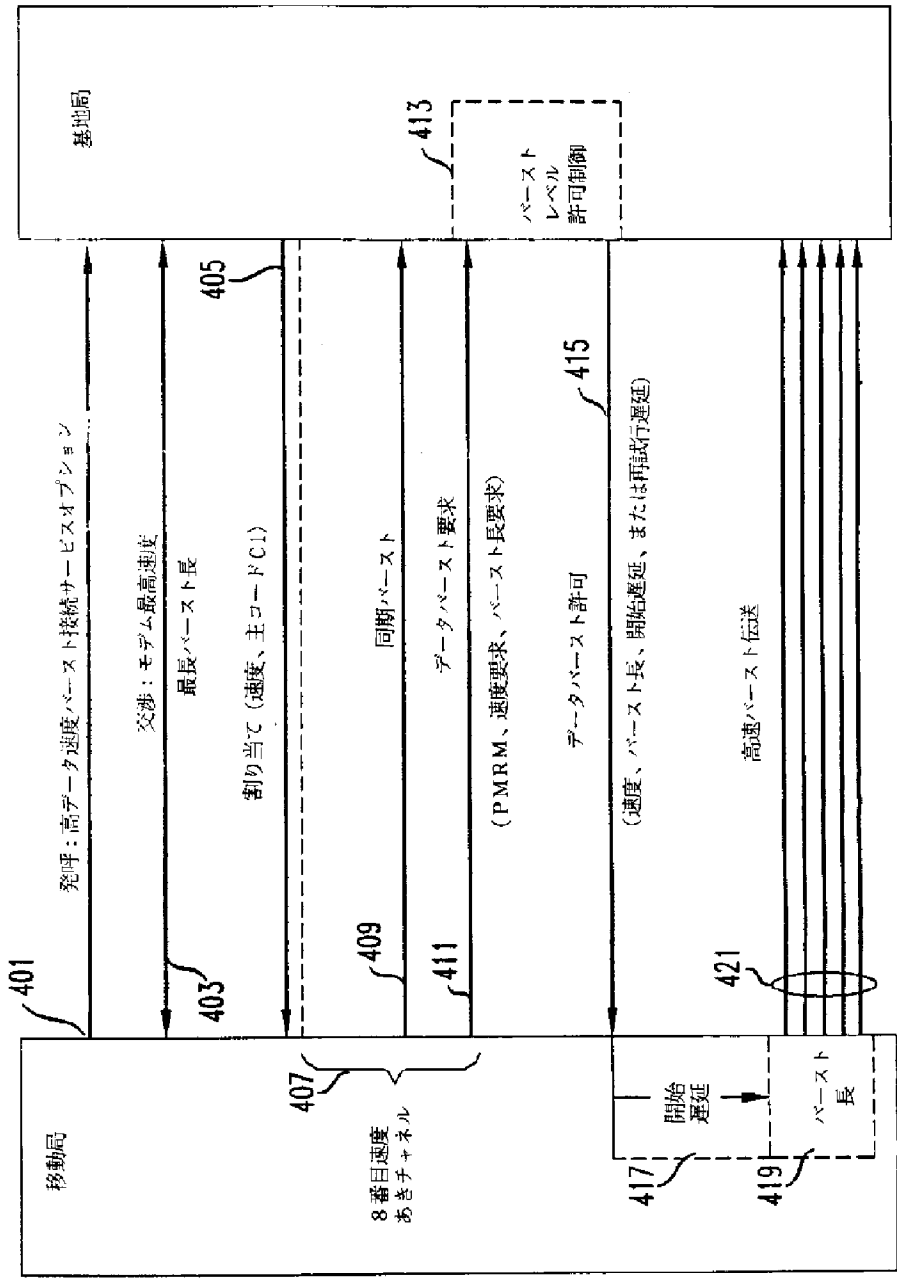
【図 3】



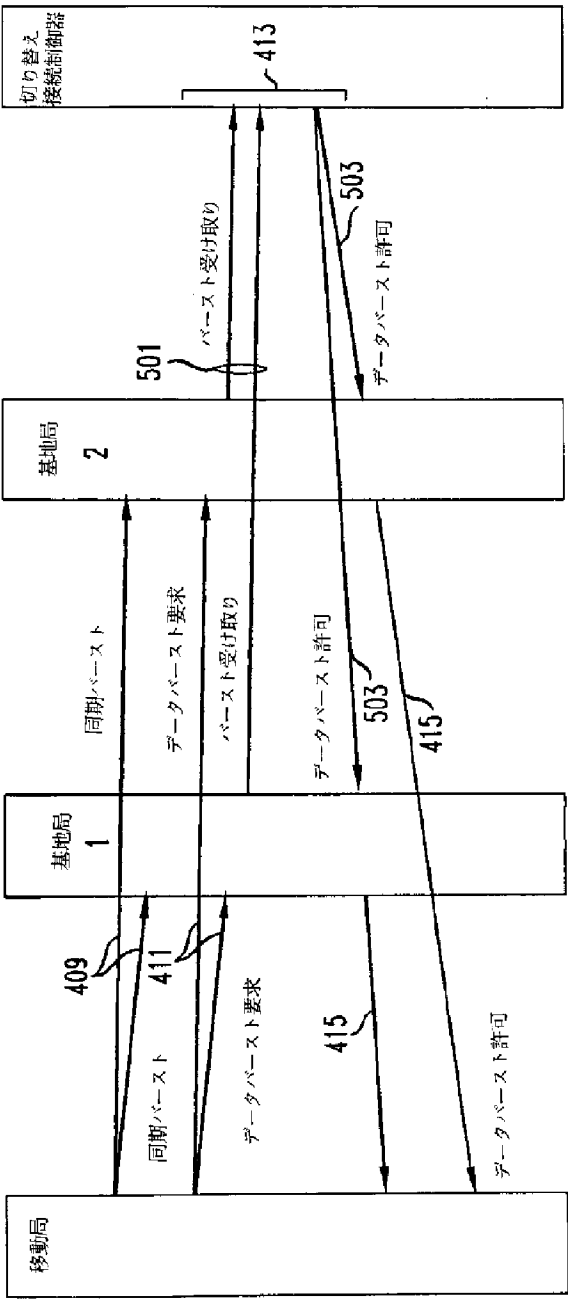
【図2】



【図4】

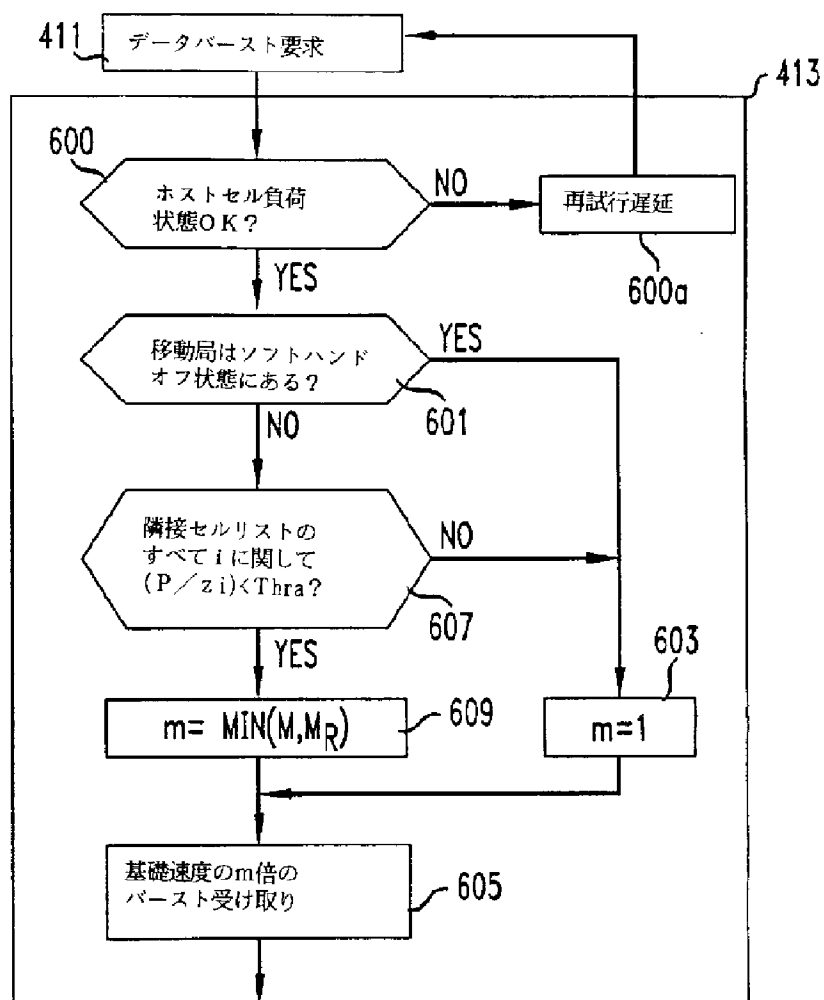


【図5】

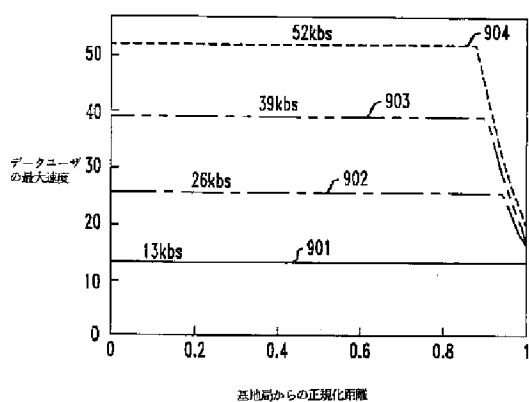




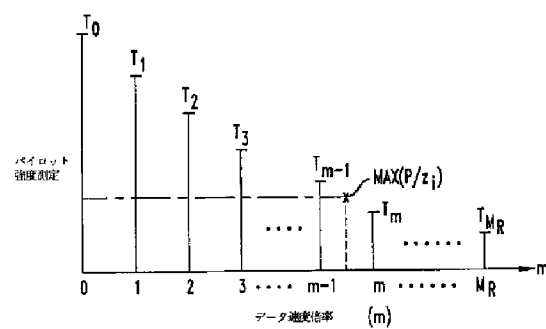
【図6】



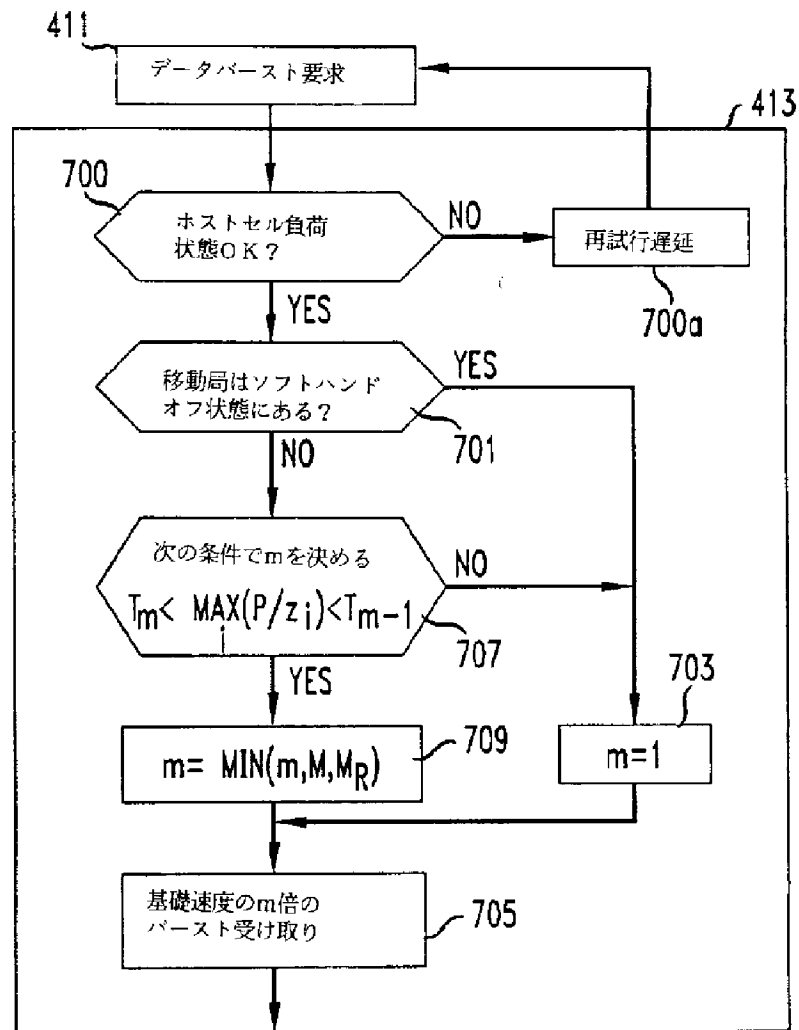
【図9】



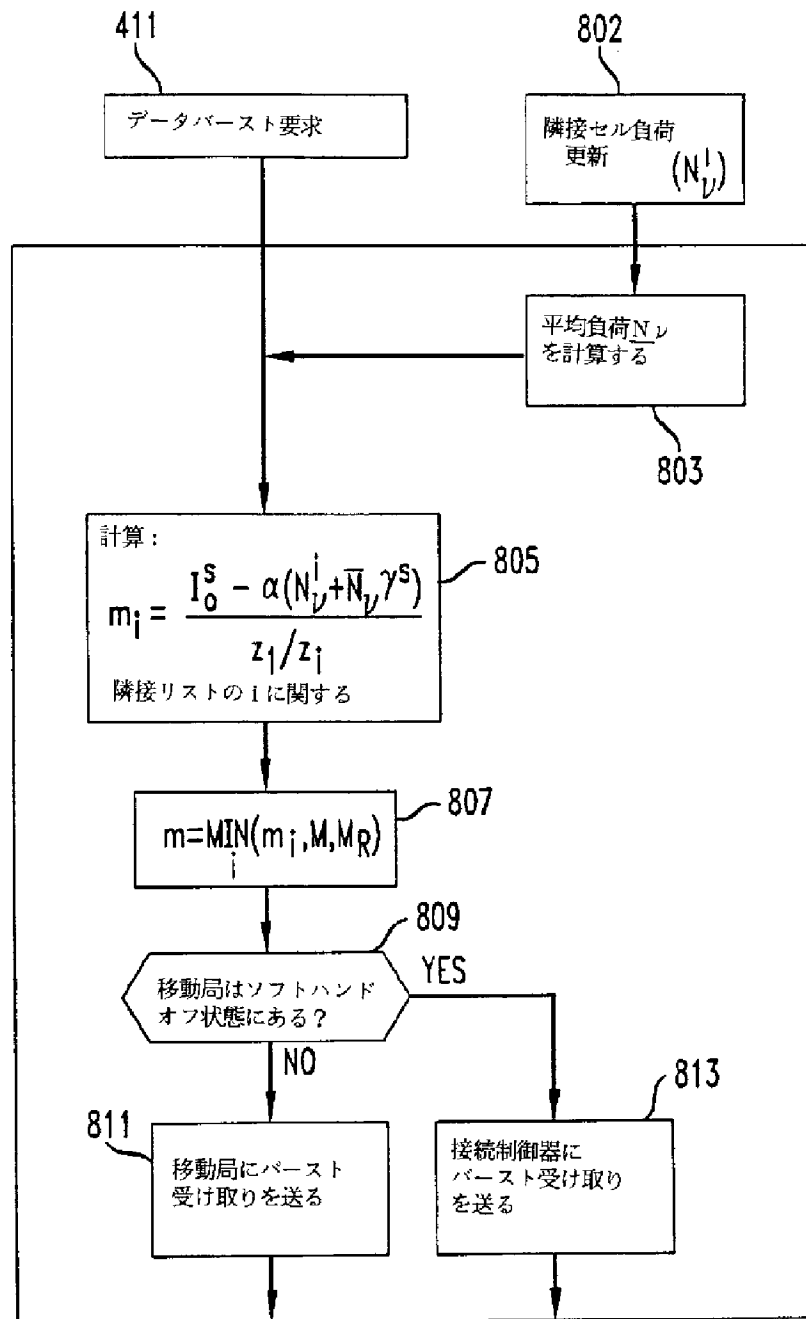
【図10】



【図 7】



【図8】



フロントページの続き

(71)出願人 596077259  
 600 Mountain Avenue,  
 Murray Hill, New Je  
 rsey 07974-0636U. S. A.

(72)発明者 サンジフ ナンダ  
 アメリカ合衆国, 08536 ニュージャージ  
 ー, ブレインズボロ, ハミルトン レイン  
 15



US005771451A

# United States Patent [19]

Takai et al.

[11] Patent Number: **5,771,451**  
 [45] Date of Patent: **Jun. 23, 1998**

[54] **METHOD OF TRANSMISSION POWER CONTROL IN A CELLULAR MOBILE COMMUNICATION SYSTEM AND APPARATUS THEREOF**

7-95151 4/1995 Japan .

[75] Inventors: **Kenichi Takai; Kyouji Watanabe**, both of Tokyo, Japan

Primary Examiner—Amelia Au  
 Attorney, Agent, or Firm—Foley & Lardner

[73] Assignee: **NEC Corporation**, Tokyo, Japan

## [57] ABSTRACT

[21] Appl. No.: **707,442**

[22] Filed: **Sep. 4, 1996**

[30] **Foreign Application Priority Data**

Sep. 4, 1995 [JP] Japan ..... 7-226583

[51] Int. Cl.<sup>6</sup> ..... **H04Q 7/22**

[52] U.S. Cl. .... **455/442; 455/522; 370/332**

[58] Field of Search ..... 455/436, 437, 455/438, 439, 442, 69, 522; 370/332, 320, 335, 342

A method and apparatus of transmission power control to minimize a downward interference caused by the soft hand-off operation for a mobile station existing in the cell border in a cellular mobile communication system which uses a code division multiple access (CDMA) system for radio communication system are provided. The mobile station detects the signal power of pilot channels of the respective base stations A and B, and reports them to the respective base stations. Each base station calculates the propagation characteristic between the mobile station and the base station to determine a transmission power of the traffic channel, which is the most suitable level for the mobile station which is executing the soft hand-off operation, based on the relation among the reported information, the current transmission power of the pilot channel and the traffic channel. The respective base station controls the transmission power of the traffic channel in such the manner that all the received signal power of the traffic channels at the mobile station should be the same, and that the resultant received signal power of the downward traffic channels at the mobile station is made constant.

## [56] References Cited

### U.S. PATENT DOCUMENTS

5,267,261 11/1993 Blakeney, II et al. .... 455/442  
 5,548,808 8/1996 Bruckert et al. .... 455/442  
 5,623,486 4/1997 Dohi et al. .... 455/69

### FOREIGN PATENT DOCUMENTS

62-92526 4/1987 Japan .

**6 Claims, 11 Drawing Sheets**

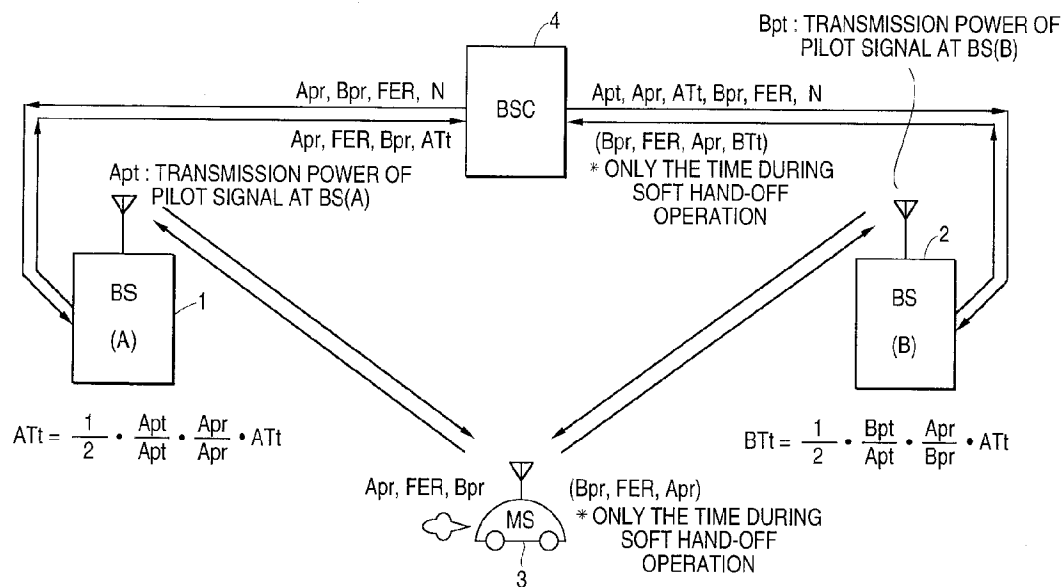
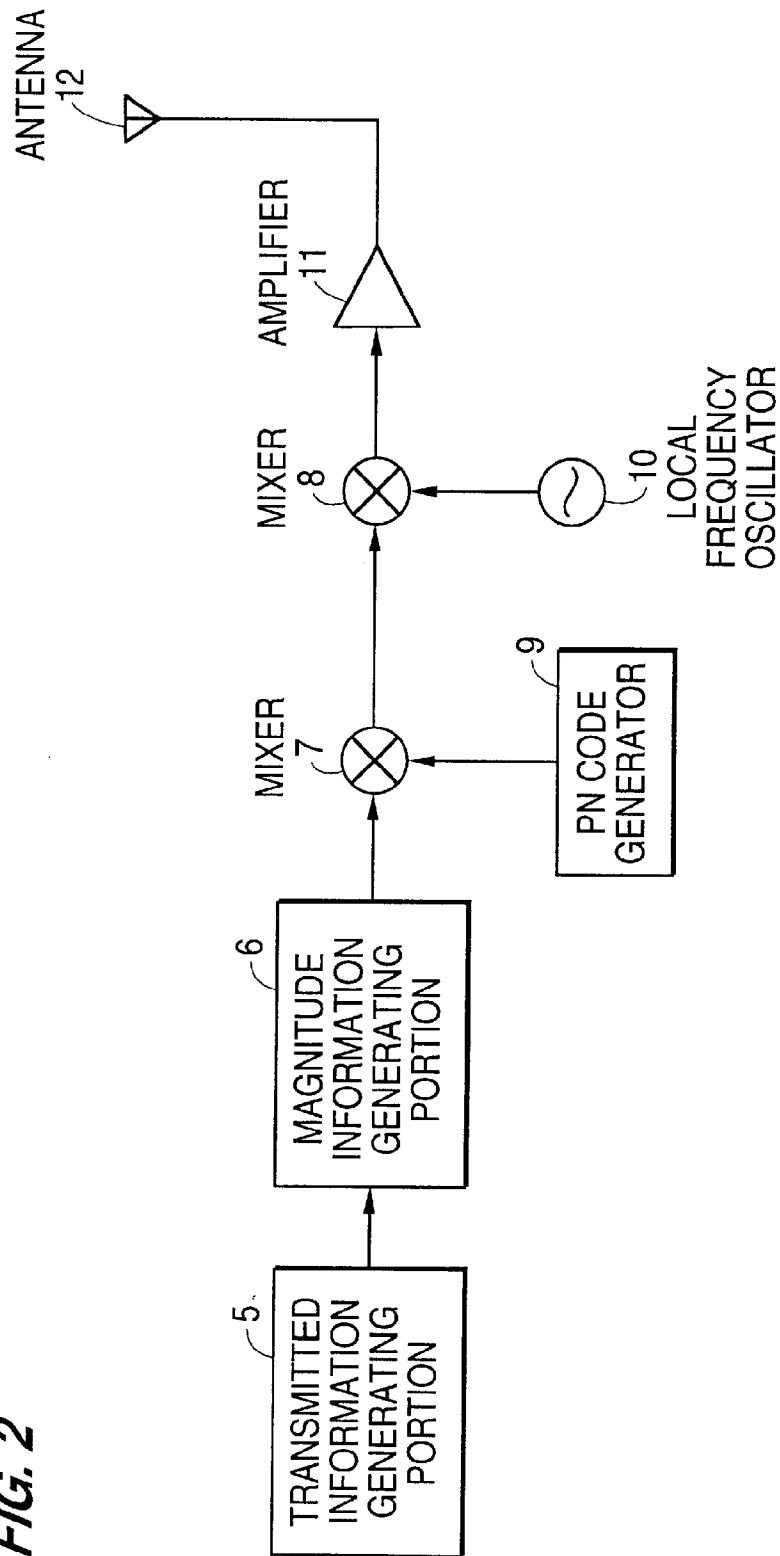




FIG. 2



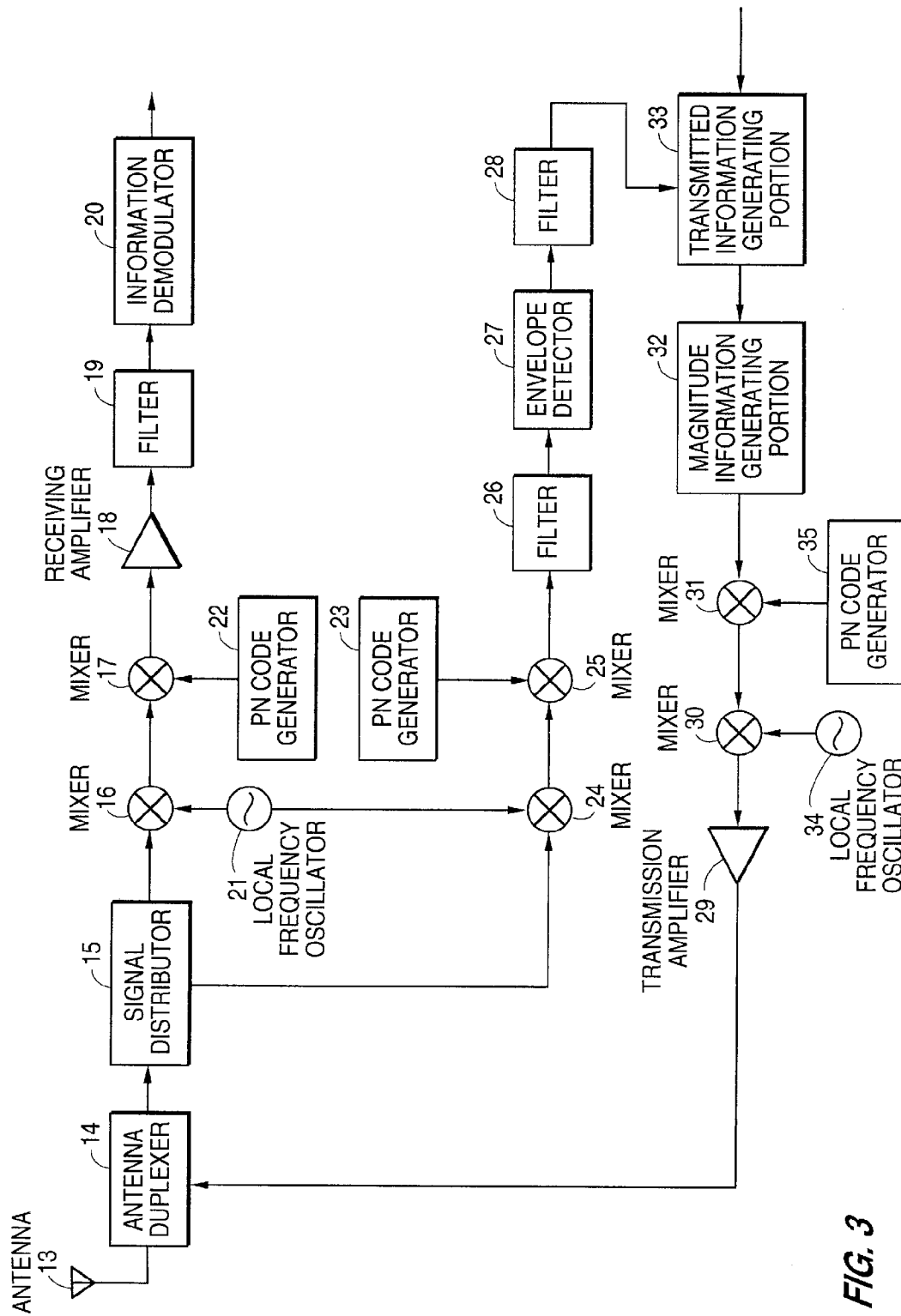


FIG. 3

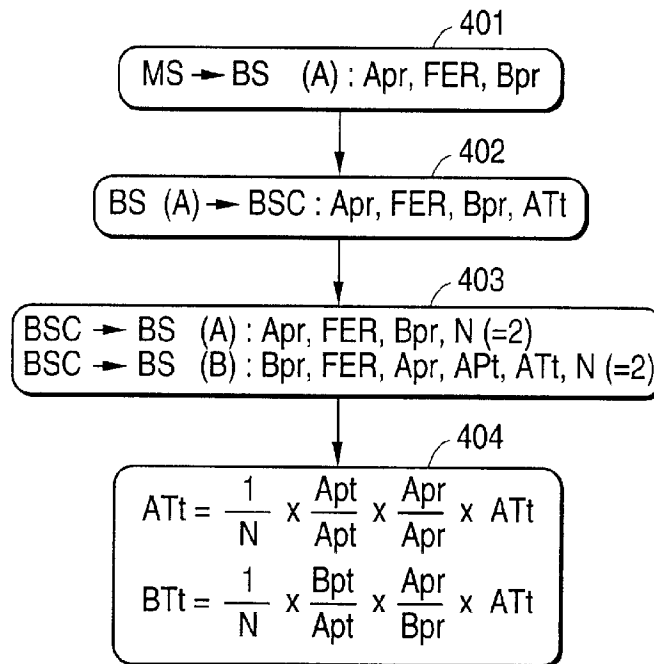
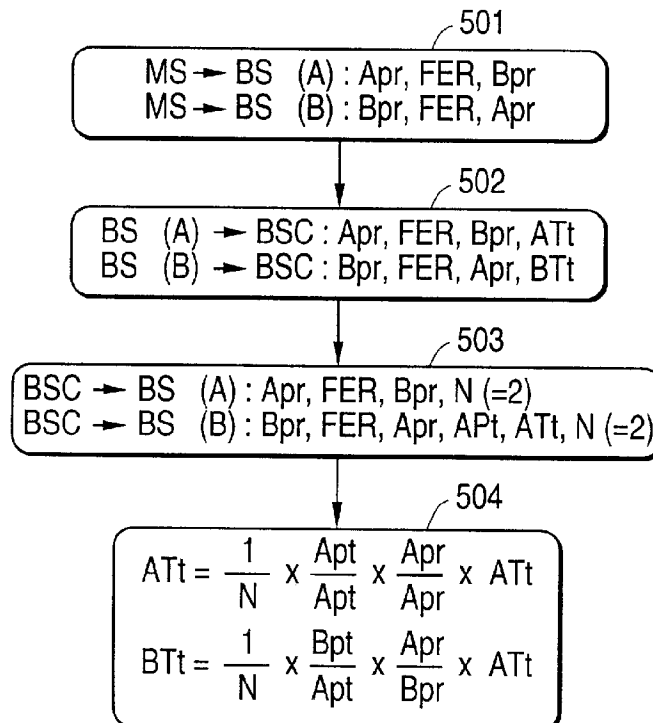
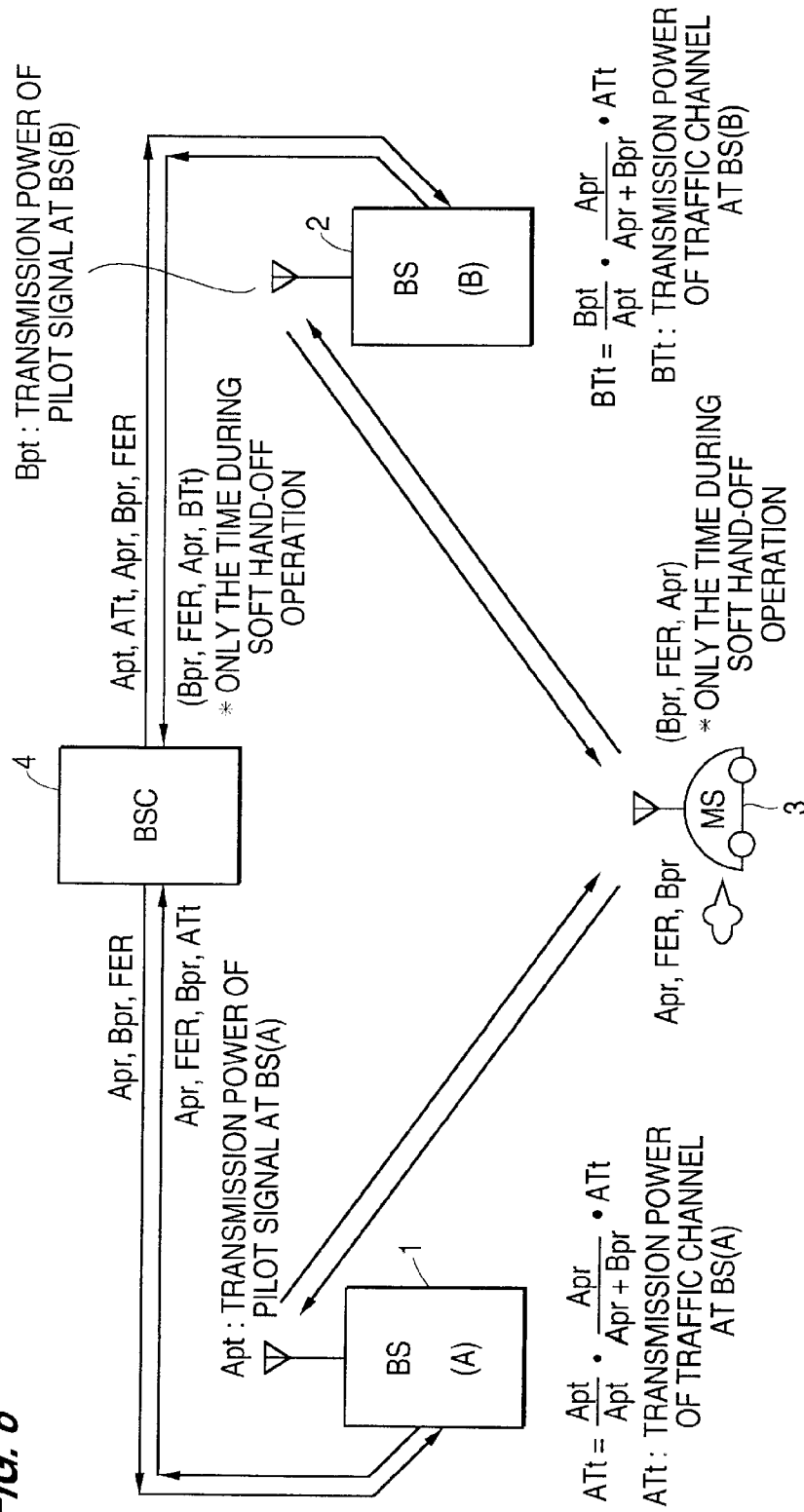
**FIG. 4****FIG. 5**



FIG. 6



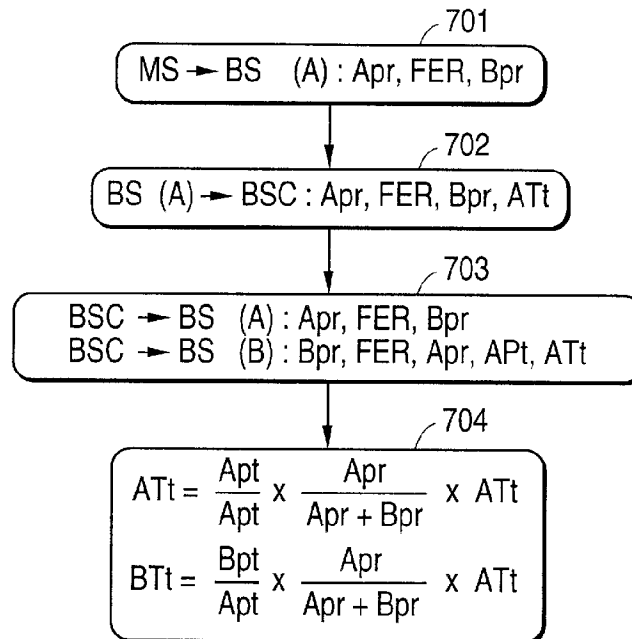
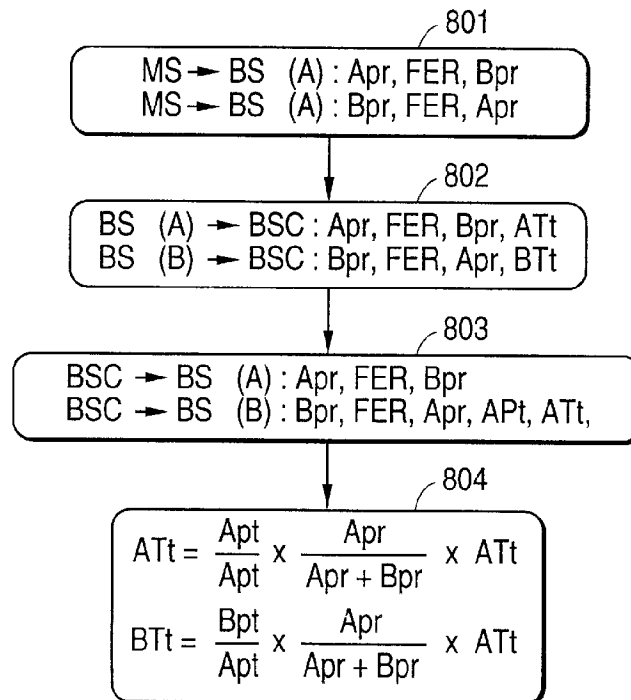
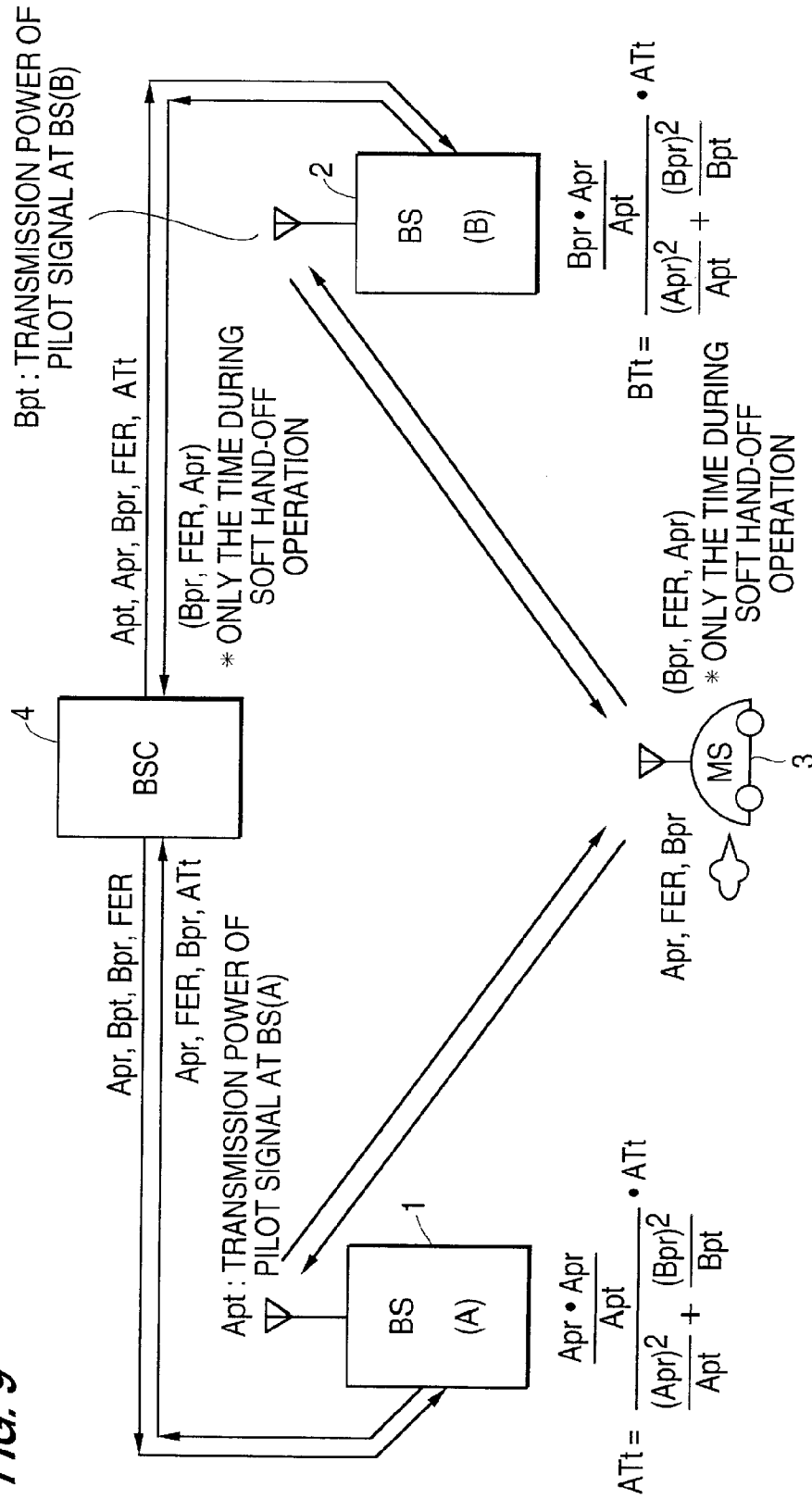
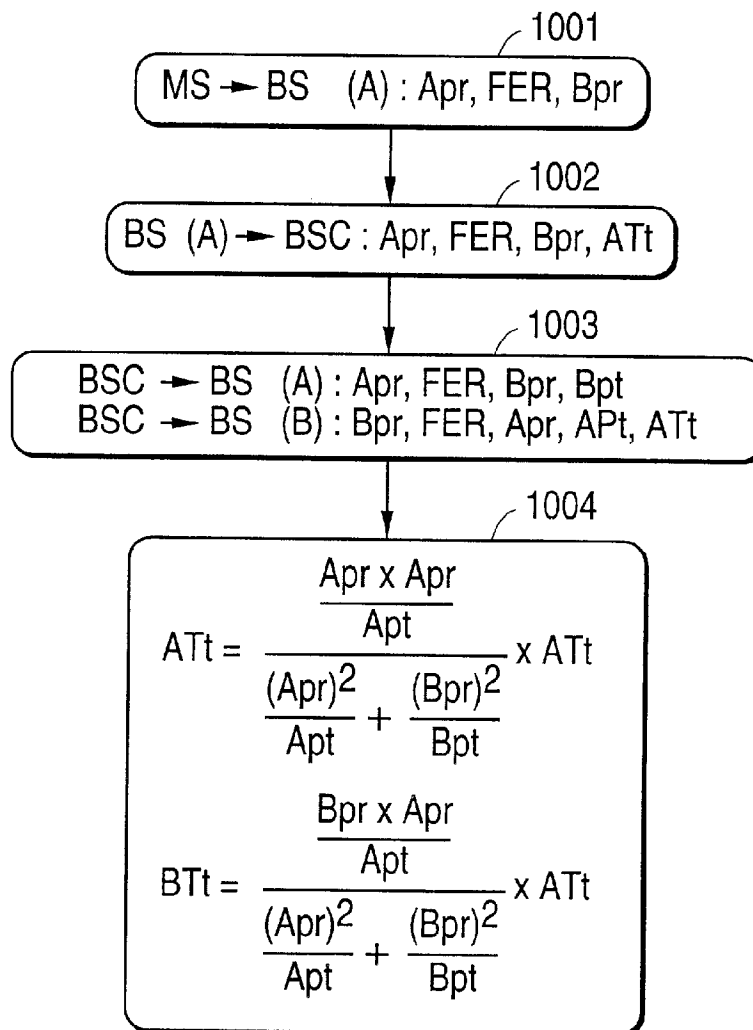
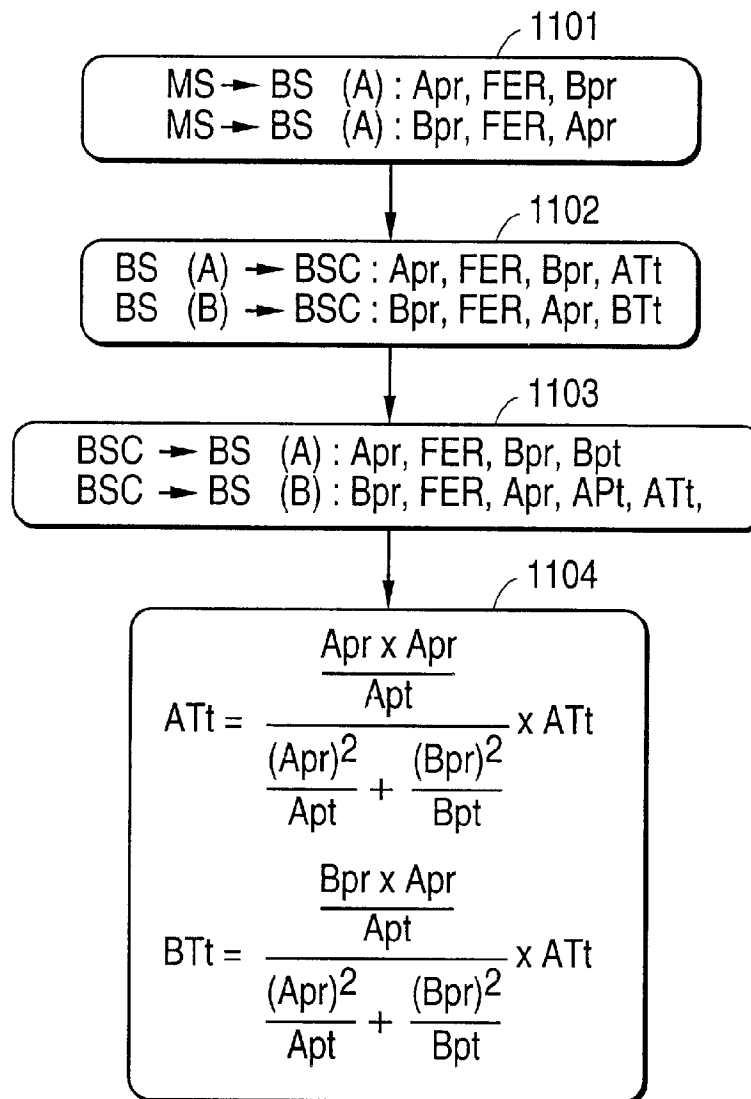
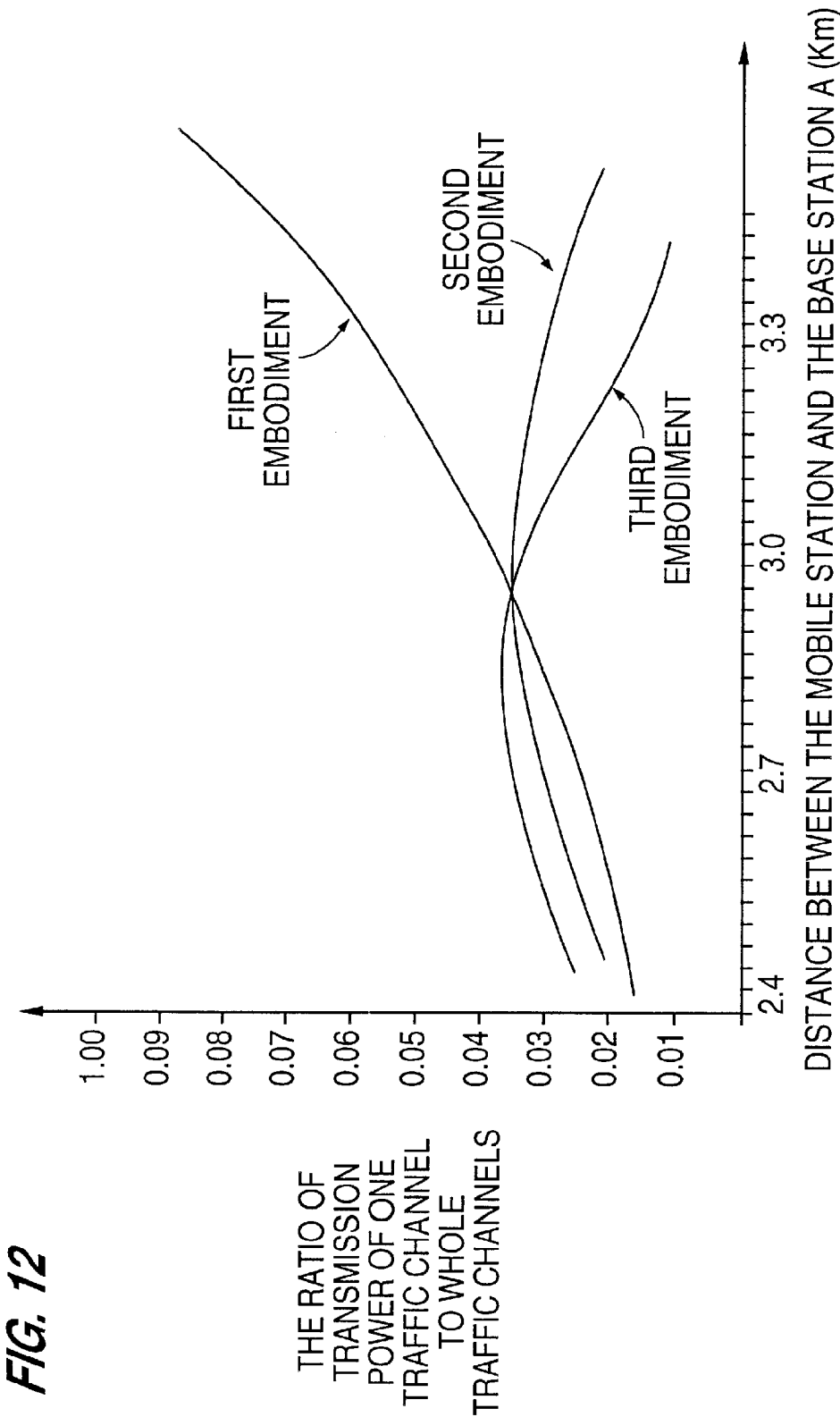
**FIG. 7****FIG. 8**

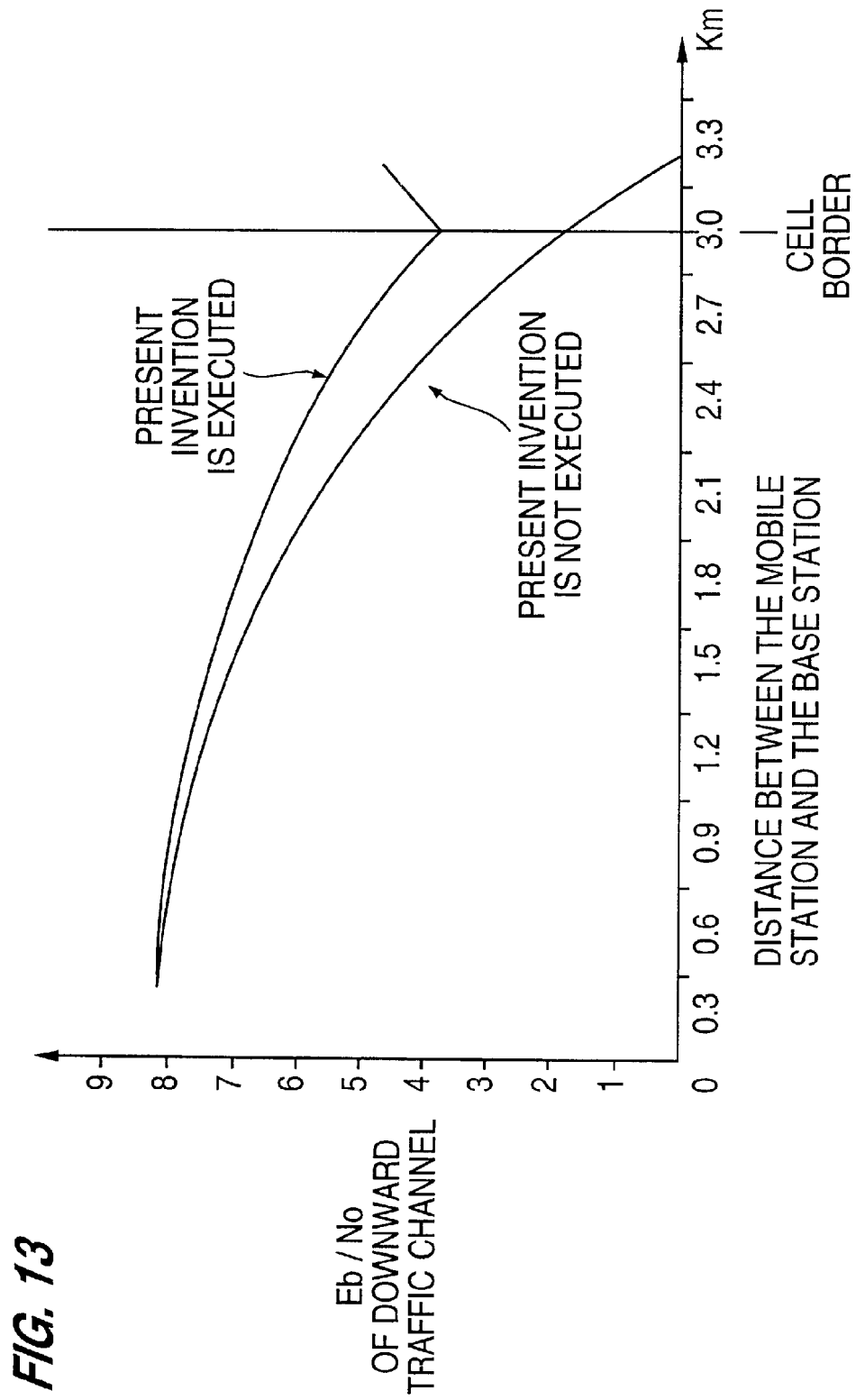
FIG. 9



**FIG. 10**

**FIG. 11**





# METHOD OF TRANSMISSION POWER CONTROL IN A CELLULAR MOBILE COMMUNICATION SYSTEM AND APPARATUS THEREOF

## BACKGROUND OF THE INVENTION

### 1. Field of the invention

The present invention relates to a method and apparatus of transmission power control in a cellular mobile communication system which uses a code division multiple access (CDMA) system for radio communication system, and, more particularly, to a method and apparatus of transmission power control for downward traffic channels to be transmitted from a base station to a mobile station which carries out a soft hand-off operation which enables a hand-off without interruption of communication by simultaneous communication with a plurality of base stations.

### 2. Description of the Related Art

In a system design of the cellular mobile communication system using a code division multiple access (CDMA) system for the radio communication system, it is important how many channel capacity is obtained in one radio zone (cell) provided by a base station using a limited radio frequency band.

In a CDMA system, a plurality of mobile stations communicate on the same radio frequency, and an interference of communication between the respective mobile stations is ensured to be decreased due to orthogonality between the codes assigned to the respective mobile stations. Further, it is desirable that all the levels of a plurality of radio signals to be received at one reception point are equalized one another in order to derive the orthogonality between the codes efficiently.

Therefore, in the cellular mobile communication system, particularly, with respect to an upward (a destination from mobile station to base station) communication in which a synchronization among the mobile stations within the same radio zone cannot be ensured, it is general that the strict transmission power control is carried out at each mobile station in order that the radio signals transmitted from the respective mobile stations are to be received at the base station with all same level.

There are proposed several techniques in the prior art relating to a transmission power control in the cellular mobile communication system.

The gazette of Japanese Patent Application Laid Open No. (Kokai) 62(1987)-92526 proposes that the level control is carried out at the reception side (base station) of the upward traffic channel.

Also, the gazette of Japanese Patent Application Laid Open No. (Kokai) 7(1995)-95151 proposes the techniques relating to a method of determining an initial transmission power of a downward (a destination from base station to mobile station) traffic channel. However, it does not propose a method of controlling a transmission power of a traffic channel during the communication between the mobile station and the base station, also does not propose a method of controlling a transmission power of a downward traffic channel relating to the soft hand-off operation which is characteristic to the CDMA system. The soft hand-off operation is a technique to realize the hand-off operation, change base station being communicating from one radio zone to another radio zone, without interruption of current communication. The simultaneous communication between the mobile station and two base stations, the current communi-

cating base station and the base station newly to be communicated, is available in the transition operation in the soft hand-off operation.

The problem in the above-mentioned prior art techniques resides in that the soft hand-off operation is activated when the mobile station moves within the cell to reach the cell border, then an interference in a downward traffic channel is increased due to the signal of traffic channel transmitted from the neighboring base station to which the mobile station will communicate. This is because the initial transmission power of the traffic channel, transmitted from the base station is set fixedly, and is not controlled taking into consideration the transmission characteristic between the mobile station and the base station.

Further, other problem in the prior art techniques is that there is a possibility that an excessive power signal of a traffic channel is transmitted to the mobile station which is under execution of the soft hand-off operation, and that the interference in the downward traffic channel to the other mobile stations reside within the same cell or in the vicinity of the cell is increased due to the excessive power signal. This is also because the initial transmission power of the traffic channel signal, transmitted from the base station is set fixedly, and is not controlled so as to follow the movement of the mobile station.

Besides, there is a problem that the signal power of the downward traffic channel received at the mobile station is decreased irrespective of the activation of the soft hand-off operation exhibited when the mobile station moves to the vicinity of the cell border, thus deteriorating an error rate of the downward communication. This is also because the initial transmission power of the traffic channel signal, transmitted from the base station is set fixedly, and is not controlled so as to follow the movement of the mobile station.

## SUMMARY OF THE INVENTION

It is an object of the present invention not only to control transmitting a downward traffic channel signal at a minimum transmission power which is required to satisfy a predetermined communication quality, irrespective of the location where the mobile station exists or the communication state (during the soft hand-off operation or not), thereby decreasing the power consumption of the transmitter, but also to decrease an interference of the downward traffic channel to other mobile stations which exist in the same cell or in the vicinity of the cell, thereby deriving the communication channel capacity of the system up to the maximum, thereby miniaturizing the size of devices of the system and realizing the effective use of the radio frequencies.

The present invention adapts to estimate a propagation characteristic of a downward channel based on a received signal power of a pilot channel which the mobile station is received from the base station, and decides the transmission power of traffic channel signal to be transmitted from the base station at the time of activation or during the soft hand-off operation by the mobile station.

More specifically, as shown in FIG. 1, FIG. 6 and FIG. 9, each of which shows outline of configuration of the cellular mobile communication system according to one embodiment of the present invention respectively, it is adapted to determine a transmission power level of a traffic channel of the base station while employing as parameters the transmission power level of the pilot channel of the respective base stations being previously memorized by an upper hierarchy station, a signal power level of the pilot channel of



the respective base stations which is received and reported from the mobile station, an error rate of the traffic channel, and the transmission power level of the traffic channel being transmitted and reported from the base station.

Also, the transmitting and receiving block of the mobile station shown in FIG. 3 is the main constitutional features of the present invention, and they are:

a mixer 24, a local frequency oscillator 21, a pilot channel PN (pseudo noise) code generator 23, a mixer 25, a filter 26, an envelope detector 27 and a filter 28 for receiving the signal of pilot channel from the base station to measure the power thereof; and

a transmitted information generating portion 33, a magnitude information generating portion 32, a transmitting PN code generator 35, a mixer 31, a local frequency oscillator 34 for modulating a transmission data, a mixer 30, and a transmission signal amplifier 29 for transmitting the measured result of the received pilot channel to the base station.

Further, the transmitting block of the base station shown in FIG. 2 is the main constitutional features of the present invention, and they are:

a transmitting information generating portion 5, a magnitude information generating portion 6, a mixer 7, a local frequency oscillator 10, a mixer 8 and a transmission signal amplifier 11.

More specifically, the present invention can be generally divided into the following three parts:

firstly, a method of controlling the transmission powers of the traffic channels of the respective base stations in such the manner that all the received signal level of the traffic channels transmitted from the respective base stations at the mobile station are equalized, and that the resultant received power of the traffic channels at the mobile station is made constant;

secondly, a method of controlling the transmission powers of the traffic channels of the respective basic stations in such the manner that a ratio of the received signal level of the traffic channels transmitted from the respective base stations at the mobile station is equalized with a ratio of the received signal level of the pilot channels transmitted from the respective basic stations, and that the resultant received power of the traffic channels at the mobile station is made constant; and

thirdly, a method of controlling the transmission powers of the traffic channels of the respective basic stations in such the manner that a ratio of the transmission power of the traffic channel at the respective base stations is equalized with a ratio of the received signal level of the pilot channel at the mobile station, and that the resultant received power of the traffic channels at the mobile station is made constant.

According to the above-mentioned construction, the pilot channel signal in the CDMA format is received by the pilot channel receiving portion, and the signal is down-converted (radio signal transmitted in the air is converted into actual signal), reverse-diffused, and as the result, pure pilot signal is extracted, and then the reception level thereof is detected by the envelope detecting portion. The detected received signal level is transferred to the transmitted information generating portion of the transmitting block, and superimposed to the transmitting data to the base station for reporting. The received signal level information of the pilot channel superimposed to the transmitting data is diffused by the PN code generated at the transmitting PN code generator, and then up-converted (the signal handled in a circuit unit is

converted to the suitable form for transmitting in the air in the CDMA format) for transmitting to the base station. The information received at the base station, transmitted from the mobile station, is down-converted and reverse-diffused, thereafter transmitted to the upper hierarchy station. The information of the received signal level is decoded at the upper hierarchy station, and the result is returned to the base station again, and inputted to a calculating circuit inside of the base station, which calculates the transmission power level of the downward traffic channel. The calculated result thereof is transmitted to the magnitude information generating portion of the transmitting block, and the transmission power level of the traffic channel is set.

As mentioned above, the propagation characteristic between the base station and the mobile station, which is moving, can be estimated at the base station by returning the received signal level of the pilot channel received at the mobile station to the base station.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a view showing outline of configuration of the cellular mobile communication system according to first embodiment of the present invention.

FIG. 2 is a view showing one example of a block diagram of a transmitting portion which is used at the base station shown in FIG. 1, FIG. 6 and FIG. 9, which shows one embodiment of the present invention respectively.

FIG. 3 is a view showing one example of a block diagram of a receiving and transmitting portion which is used at the mobile station shown in FIG. 1, FIG. 6 and FIG. 9, which shows one embodiment of the present invention respectively.

FIG. 4 is a view showing an execution flow employed when activating the soft hand-off operation according to the first embodiment of the present invention.

FIG. 5 is a view showing an execution flow employed during executing the soft hand-off operation according to the first embodiment of the present invention.

FIG. 6 is a view showing outline of configuration of the cellular mobile communication system according to second embodiment of the present invention.

FIG. 7 is a view showing an execution flow employed when activating the soft hand-off operation according to the second embodiment of the present invention.

FIG. 8 is a view showing an execution flow employed during executing the soft hand-off operation according to the second embodiment of the present invention.

FIG. 9 is a view showing outline of configuration of the cellular mobile communication system according to third embodiment of the present invention.

FIG. 10 is a view showing an execution flow employed when activating the soft hand-off operation according to the third embodiment of the present invention.

FIG. 11 is a view showing an execution flow employed during executing the soft hand-off operation according to the third embodiment of the present invention.

FIG. 12 is a graph showing the calculating result as to how the ratio of a transmission power of one traffic channel in the base station to the whole changes according to the distance between the mobile station and the base station in a case where the present invention is used. This calculation is based on the assumption described below.

Range of distance for activating the soft hand-off operation: 2.4 km to 3.6 km from the base station A.

Value of Eb/No: Value of Eb/No (5.25 dB) at the 2.4 km point from the base station A before activating the soft hand-off operation is maintained.

FIG. 13 is a graph showing the calculating result as to how the received signal level (Eb/No) of the downward traffic channel is changed according to the distance from the base station to the mobile station assuming that the mobile station communicates with only one base station in a case where the present invention is not used. This calculation is based on the assumption described below.

Cell construction: Eight base stations (giving interferences) are surrounding around two base stations concerned.

Distance between two base stations: 6 km

Attenuation coefficient:  $\alpha=3.5$

Delay characteristic: isoelectric power two wave model

Ratio of a transmission power of one traffic channel to the whole: 2.5%

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

The present invention will be described hereinafter with reference to the drawings.

FIG. 1 is a view showing outline of configuration of the cellular mobile communication system according to first embodiment of the present invention. This system mainly comprises base stations (BS) 1, 2, a mobile station 3, and a base station control unit (BSC) 4 for controlling them as an upper hierarchy station.

Further, in FIG. 2 is shown one embodiment of a basic block of a transmitting portion included in each of the base stations 1, 2. This transmitting block is constituted by a transmitted information generating portion 5 for generating information to be transmitted, a magnitude information generating portion 6 for generating a magnitude information of a transmitting output level, a PN (pseudo noise) code generator 9, a mixer 7 for superimposing the generated information and a PN code, a local frequency oscillator 10, a mixer 8 for modulating a PN diffused information at a local frequency, an amplifier 11 for amplifying the modulated signal to be transmitted up to a desired output level, and an antenna 12.

Besides, in FIG. 3 is shown one embodiment of a basic block of a transmitting and receiving portion included in a mobile station 3. A receiving block in this transmitting and receiving block is constituted by an antenna 13 for both of signal transmission and reception, an antenna duplexer 14, a signal distributor 15, a mixer 16 for down-converting the received signal, a mixer 17 for PN-reverse-diffusing the down-converted signal, a receiving amplifier 18, a filter 19, an information demodulator 20, a local frequency oscillator 21, a PN code generator 22 (for demodulating a received signal), a PN code generator 23 (for a pilot channel), a mixer 24 for down-converting a pilot channel, a mixer 25 for reverse-converting a pilot channel, a filter 26, an envelope detector 27 for detecting the received power level of the pilot channel, and a filter 28. Also, a transmitting block in the transmitting and receiving block is constituted by a transmitted information generating portion 33 for generating a transmitting information, a magnitude information generating portion 32 for determining a magnitude information for a transmitting output level, a PN code generator 35 (for signal transmission), a mixer 31 for diffusing data to be transmitted, a local frequency oscillator 34, a mixer 30 for modulating the data to be transmitted, and a transmission amplifier 29.

The operation of the first embodiment of the present invention will be described hereinbelow with referring to drawings of FIG. 1 to FIG. 5.

In FIG. 1, it is assumed that the mobile station (MS) exists in the cell of the base station A (BS(A)), being communicating with only the base station A and a desired communication qualities are satisfied. On this occasion, it is noted that  $A_{pt}$  designates the transmission power of the pilot channel of the base station A,  $AT_t$  a transmission power of the traffic channel,  $A_{pr}$  the received signal power of the pilot channel of the base station A having been received at the mobile station, and  $FER$  the error rate of the traffic channel.

The mobile station is moving toward the base station B, and it is considered the moment that the mobile station activates the soft hand-off operation in association with the base station B. On this occasion,  $B_{pr}$  designates the received signal power of the pilot channel of the base station B having been received at the mobile station.

The mobile station detects  $A_{pr}$ ,  $FER$  and  $B_{pr}$  at the mobile station, and reports the detected information to the base station A during the communication with the base station A (step 401 of FIG. 4). The information reported by the mobile station is transferred to the base station control unit (BSC), as the upper hierarchy station, through the base station A together with the information of transmission power level of the traffic channel ( $AT_t$ ) currently the base station A is outputting (step 402 of FIG. 4). The base station control unit, which has received the report, decodes the information transmitted from the mobile station, and obtains the number (N) of all the base stations which will communicate with the mobile station in the soft hand-off operation of the mobile station, then returns it to the base station A together with the information of  $A_{pr}$ ,  $FER$  and  $B_{pr}$ . The base station control unit adds the information of  $AT_t$ , reported from the base station A, and  $A_{pt}$ , memorized in the base station control unit in advance, to the above-mentioned contents ( $A_{pr}$ ,  $FER$ ,  $B_{pr}$  and N), and then, transmits them to the base station B (step 403 of FIG. 4).

The initial transmission power of the respective traffic channels of the base station A ( $AT_t$ ) and the base station B ( $BT_t$ ) are determined according to the calculation equation shown in FIG. 1 in the respective base stations A and B.

According to the calculation equation (the same is true of the equations in step 404 of FIG. 4 and step 504 of FIG. 5) which obtains  $AT_t$  shown in FIG. 1, the transmission power of the traffic channels of the respective base stations are determined in such the manner that the mobile station receives the same signal power of respective traffic channels from the base stations A and B, and that the resultant received signal power of the traffic channels from the two base stations is equalized with the received signal power of the traffic channel having received from only the base station A before the mobile station activates the soft hand-off operation (step 404 of FIG. 4).

Further, it is considered the case that the mobile station continues to move after it has activated the soft hand-off operation, and that the propagation characteristic between the mobile station and the respective base stations is changed.

The mobile station detects  $A_{pr}$ ,  $FER$  and  $B_{pr}$  at the mobile station, and reports the detected information to the respective base stations A and B (step 501 of FIG. 5). The information reported by the mobile station is transferred to the base station control unit through the respective base stations A and B together with each of  $AT_t$  and  $BT_t$  (step 502 of FIG. 5). The base station control unit, which has received the report, decodes the information transmitted from the mobile station, and obtains the number (N) of all the base stations being communicating with the mobile station in the

soft hand-off operation, then returns it to the base station A together with the information of Apr, FER and Bpr, and also the base station control unit transmits the information of ATt, Apt, Apr, FER, Bpr and N to the base station B (step 503 of FIG. 5).

The current transmission power of the respective traffic channels of the base station A (ATt) and the base station B (BTt) are determined according to the calculation equation described in above to maintain the transmission power of the traffic channels of the respective base stations are to be received by the same signal power, and also to maintain the resultant received signal power of the traffic channels from the two base stations to be equalized (step 504 of FIG. 5).

Further, in the above-mentioned description, it is assumed that the resultant received signal power of the traffic channel at the mobile station is to be always constant. However, in alternative, it may possible to increase or decrease the transmission power of the traffic channel in the respective base stations A and B at the same ratio in such the manner that the error rate of the traffic channel which is reported from the mobile station satisfy the desired value, after the respective base stations A and B determine the transmission power according to the above-mentioned equation.

Next, the operation of the second embodiment of the present invention will be described with reference to FIG. 6 and FIG. 8.

In FIG. 2, it is assumed that the mobile station (MS) exists in the cell of the base station A (BS(A)), communicates with only the base station A and a desired communication qualities are satisfied. On this occasion, it is noted that Apt designates the transmission power of the pilot channel of the base station A, ATt a transmission power of the traffic channel, Apr the received signal power of the pilot channel of the base station A received at the mobile station, and FER an error rate of the traffic channel.

It is considered the moment that the mobile station is moving toward the base station B and activates the soft hand-off operation in association with the base station B. On this occasion, Bpr designates the received signal power of the pilot channel of the base station B received at the mobile station.

The mobile station reports Apr, FER, Bpr to the base station A during the communication with the base station A (step 701 of FIG. 7). The information reported by the mobile station is transferred to the base station control unit (BSC) through the base station A together with the transmission power of the traffic channel (ATt) at the base station A (step 702 of FIG. 7). The base station control unit, which has received the reported information, decodes the information and the decoded information of Apr, FER and Bpr is returned to the base station A. The base station control unit also transfers the information of ATt and Apt in addition to the above-mentioned contents (Apr, FER and Bpr) to the base station B (step 703 of FIG. 7).

The initial transmission power of the respective traffic channels of the base station A (ATt) and the base station B (BTt) are determined according to the calculation equation shown in FIG. 6 in the respective base stations A and B.

According to the calculation equation (the same is true of the equations in step 704 of FIG. 7 and step 804 of FIG. 8) which obtains ATt shown in FIG. 6, the transmission power of the traffic channels of the respective base stations are determined in such the manner that the mobile station receives respective traffic channels from the base stations A and B in the same ratio of received signal power of respective pilot channels from the base stations A and B, and that

the resultant received signal power of the traffic channels from the two base stations is equalized with the received signal power of the traffic channel having received from only the base station A before the mobile station activates the soft hand-off operation (step 704 of FIG. 7).

Further, it is considered the case that the mobile station continues to move after it has activated the soft hand-off operation, and that the propagation characteristic between the mobile station and the respective base stations is changed due to movement of the mobile station.

The mobile station detects Apr, FER and Bpr at the mobile station, and reports the detected information to the respective base stations A and B (step 801 of FIG. 8). The information reported by the mobile station is transferred to the base station control unit through the respective base stations A and B together with each of ATt and BTt (step 802 of FIG. 8). The base station control unit, which has received the reported information, decodes the information and the decoded information of Apr, FER and Bpr is returned to the base station A. The base station control unit also transfers the information of ATt and Apt in addition to the above-mentioned contents (Apr, FER and Bpr) to the base station B (step 803 of FIG. 8).

The current transmission power of the respective traffic channels of the base station A (ATt) and the base station B (BTt) are determined according to the calculation equation described in above to maintain the transmission power of the traffic channels of the respective base stations are to be received by the same ratio of received signal power of respective pilot channels from the base stations A and B, and also to maintain the resultant received signal power of the traffic channels from the two base stations to be equalized (step 804 of FIG. 8).

Further, in the above-mentioned description, it is assumed that the resultant received signal power of the traffic channel at the mobile station is to be always constant. However, in alternative, it may possible to increase or decrease the transmission power of the traffic channel in the respective base stations A and B at the same ratio in such the manner that the error rate of the traffic channel which is reported from the mobile station satisfy the desired value, after the respective base stations A and B determine the transmission power according to the above-mentioned equation.

Next, the operation of the third embodiment of the present invention will be described with reference to FIG. 9, FIG. 10 and FIG. 11.

In FIG. 9, it is assumed that the mobile station (MS) exists in the cell of the base station A (BS(A)), communicates with only the base station A and a desired communication qualities are satisfied. On this occasion, it is noted that Apt designates the transmission power of the pilot channel of the base station A, ATt a transmission power of the traffic channel of the base station A, Apr a received signal power of the pilot channel of the of the base station A at the mobile station, and FER an error rate of the traffic channel.

It is considered the moment that the mobile station is moving toward the base station B, and the soft hand-off operation is activated in association with the base station B. On this occasion, Bpr designates the received signal power of the pilot channel of the base station B at the mobile station.

The mobile station reports Apr, FER, Bpr to the base station A during the communication with the base station A (step 1001 of FIG. 10). The information reported by the mobile station is transferred to the base station control unit through the base station A together with the information of

ATt (step 1002 of FIG. 10). The base station control unit, which has received the reported information, decodes the information and returns the decoded information together with Bpt, which has been memorized in the base station control unit in advance, to the base station A, and also transmits the information of Apr, FER, Bpr, Apt and ATt to the base station B (step 1004 of FIG. 10).

The initial transmission power of the respective traffic channels are determined according to the calculation equation, in the base station A and the base station B.

According to the calculation equation (the same is true of the equations in FIG. 10 and FIG. 11) which obtains ATt shown in FIG. 9, the transmission power of the traffic channels of the respective base stations are determined in such the manner that the transmission power of the traffic channel from the respective base stations are transmitted at the same ratio as that of the received signal power of the pilot channel from the respective base stations at the mobile station, and that the resultant received signal power of the traffic channels from the two base stations A and B is equalized with the received signal power of the traffic channel which is received from only the base station A before the mobile station activates the soft hand-off operation.

Further, it is considered the case that the mobile station continues to move after it has activated the soft hand-off operation, and that the propagation characteristic between the mobile station and the respective base stations A and B is changed.

The mobile station detects Apr, FER and Bpr at the mobile station, and reports the detected information to the respective base stations A and B (step 1101 of FIG. 11). The information reported by the mobile station is transferred to the base station control unit through the respective base stations A and B together with each of ATt and BTt (step 1102 of FIG. 11). The base station control unit, which has received the reported information, decodes the information and the decoded information of Apr, FER, Bpr and Bpt is returned to the base station A. The base station control unit also transfers the information of ATt and Apt in addition to the above-mentioned contents (Apr, FER and Bpr) to the base station B (step 1103 of FIG. 11).

The current transmission power of the respective traffic channels of the base station A (ATt) and the base station B (BTt) are determined according to the calculation equation described in above to maintain the transmission power of the traffic channels of the respective base stations are to be received by the same ratio of received signal power of respective pilot channels from the base stations A and B, and also to maintain the resultant received signal power of the traffic channels from the two base stations to be equalized (step 1104 of FIG. 11).

Further, in the above-mentioned description, it is assumed that the resultant received signal power of the traffic channel at the mobile station is to be always constant. However, in alternative, it may possible to increase or decrease the transmission power of the traffic channel in the respective base stations A and B at the same ratio in such the manner that the error rate of the traffic channel which is reported from the mobile station satisfy the desired value, after the respective base stations A and B determine the transmission power according to the above-mentioned equation.

As described above, according to the present invention, the moment when the mobile station activates the soft hand-off operation, or during the soft hand-off operation, the interference caused by the downward traffic channel can be

controlled at the minimum, and the received diversity gain of the downward traffic channels from the respective base stations can be made into the maximum. This is because the received signal power of the pilot channels from the respective base stations are measured at the mobile station, and the propagation characteristic between the mobile station and the respective base stations is calculated, so that the transmission power of the respective downward traffic channels is controlled in such the manner that all the received signal power of the traffic channels from the respective base stations should be the same, and that the resultant received signal power of the downward traffic channels at the mobile station is made constant.

Further, according to the present invention, the moment when the mobile station activates the soft hand-off operation, or during the soft hand-off operation, the interference caused by the downward traffic channels can be controlled at the minimum as shown in FIG. 12, and the interference can be distributed uniformly according to the size of the respective cells concerned with the soft hand-off operation. This is because the transmission power of the traffic channel of the respective base stations is controlled in such the manner that the ratio of the traffic channels being received at the mobile station from the respective base stations is equalized with the ratio of the received signal power of the pilot channels, and that the resultant received signal power of the traffic channels at the mobile station is made constant.

Further, according to the present invention, the moment when the mobile station activates the soft hand-off operation, or during the soft hand-off operation, the interference caused by the downward traffic channels can be controlled at the minimum, and the excessive downward interference to the cell which has larger propagation loss can be prevented by the transmission power control, which the transmission power of the downward traffic channel of the base station having smaller propagation loss is made strong and is made weak for the base station having larger propagation loss. This is because the received signal power of the pilot channel of the respective base stations is measured at the mobile station and the propagation characteristic between the mobile station and the respective base stations is calculated, so that the transmission power of the respective base stations is controlled in such a manner that the received signal power ratio of the traffic channels of respective base stations at the mobile station is equalized with the ratio of the received signal power of the pilot channels of respective base stations at the mobile station, and that the resultant received signal power of the traffic channels from the respective base stations is made constant. (Refer to FIG. 12)

Furthermore, according to the present invention, when the mobile station moves to the vicinity of the cell border, the received signal power of the downward traffic channel transmitted from the base stations is prevented from dropping irrespective of execution of the soft hand-off operation, so that the error rate is prevented from being deteriorated. This is because the transmission power of the traffic channel is controlled in such the manner that the resultant received signal power of the traffic channels at the mobile station is made constant always, or that the error rate of the traffic channel satisfies the desired value.

In the case where the present invention is not executed, the received signal level of the downward traffic channel at the mobile station is deteriorated at vicinity of the cell border as shown in FIG. 13, for example, in the case of FIG. 13, if Eb/No is less than 5 dB in the vicinity of the cell border, the error rate of the downward traffic channel exceeds 0.7 %.

## 11

Although the present invention has been fully described by way of the preferred embodiments thereof with reference to the accompanying drawings, various changes and modifications will be apparent to those having skill in this field. Therefore, unless these changes and modifications otherwise depart from the scope of the present invention, they should be construed as included therein.

What is claimed is:

1. A method of transmission power control in a cellular mobile communication system using a code division multiple access (CDMA) system for radio communication system, including a plurality of base stations each transmitting predetermined level of pilot signal, and a moving mobile station existing at first cell border in vicinity of second cell and activating soft hand-off operation providing the mobile station simultaneous communication with traffic channel of first base station currently being communicating in the first cell and with traffic channel of second base station to be newly communicating in the second cell, the method comprising steps of:

detecting signal level of respective pilot signals transmitted from the first base station and the second base station at the mobile station;

reporting the detected signal level of pilot signals transmitted from the first base station and the second base station to the respective first base station and the second base station from the mobile station;

transferring transmission power level of the pilot signal and the traffic channel, currently being transmitted from the first base station, to the second base station;

decreasing the transmission power level of the traffic channel of the first base station to a half level of currently transmitting level; and

calculating the transmission power level of the traffic channel of the second base station in accordance with information of transmission power level of the traffic channel currently being transmitted from the first base station, ratio of transmission power level of the pilot signals transmitted from the first base station and the second base station, and ratio of signal level of the pilot signals of the first base station and the second base station received at the mobile station.

2. A method of transmission power control in a cellular mobile communication system using a code division multiple access (CDMA) system for radio communication system, including a plurality of base stations each transmitting predetermined level of pilot signal, and a moving mobile station existing at first cell border in vicinity of second cell and activating soft hand-off operation providing the mobile station simultaneous communication with traffic channel of first base station currently being communicating in the first cell and with traffic channel of second base station to be newly communicating in the second cell, the method comprising steps of:

detecting signal level of respective pilot signals transmitted from the first base station and the second base station at the mobile station;

reporting the detected signal level of pilot signals transmitted from the first base station and the second base station to the respective first base station and the second base station from the mobile station;

transferring transmission power level of the pilot signal and the traffic channel, currently being transmitted from the first base station, to the second base station;

calculating the transmission power level of the traffic channel of the first base station in accordance with

## 12

information of ratio of the respective transmission power level of the pilot signals of the first base station and the second base station received at the mobile station; and

calculating the transmission power level of the traffic channel of the second base station in accordance with information of transmission power level of the traffic channel currently being transmitted from the first base station, ratio of transmission power level of the pilot signals transmitted from the first base station and the second base station, and ratio of signal level of the pilot signals of the first base station and the second base station received at the mobile station.

3. A method of transmission power control in a cellular mobile communication system using a code division multiple access (CDMA) system for radio communication system, including a plurality of base stations each transmitting predetermined level of pilot signal, and a moving mobile station existing at first cell border in vicinity of second cell and activating soft hand-off operation providing the mobile station simultaneous communication with traffic channel of first base station currently being communicating in the first cell and with traffic channel of second base station to be newly communicating in the second cell, the method comprising steps of:

detecting signal level of respective pilot signals transmitted from the first base station and the second base station at the mobile station;

reporting the detected signal level of pilot signals transmitted from the first base station and the second base station to the respective first base station and the second base station from the mobile station;

transferring transmission power level of the pilot signal and the traffic channel, currently being transmitted from the first base station, to the second base station;

transferring transmission power level of the pilot signal of the second base station, currently being transmitted from the first base station, to the first base station;

calculating the transmission power level of the traffic channel of the first base station in accordance with information of ratio of combination of the respective transmission power level of the pilot signals of the first base station and the second base station received at the mobile station and the respective transmission power level of the pilot signals of the first base station and the second base station currently being transmitted; and

calculating the transmission power level of the traffic channel of the second base station in accordance with information of transmission power level of the traffic channel currently being transmitted from the first base station, ratio of combination of the respective transmission power level of the pilot signals of the first base station and the second base station received at the mobile station and the respective transmission power level of the pilot signals of the first base station and the second base station currently being transmitted.

4. An apparatus of transmission power control in a cellular mobile communication system using a code division multiple access (CDMA) system for radio communication system, including a plurality of base stations each transmitting predetermined level of pilot signal, and a moving mobile station existing at first cell border in vicinity of second cell and activating soft hand-off operation providing the mobile station simultaneous communication with traffic channel of first base station currently being communicating in the first cell and with traffic channel of second base station to be newly communicating in the second cell, the apparatus comprising:

## 13

signal detection and reporting means in the mobile station for detecting signal level of respective pilot signals transmitted from the first base station and the second base station and reporting the detected signal level of pilot signals to the respective first base station and the second base station;

information transferring means for transferring transmission power level of the pilot signal and the traffic channel, currently being transmitted from the first base station, to the second base station;

first control means in the first base station for decreasing the transmission power level of the traffic channel of the first base station to a half level of currently transmitting level; and

second control means in the second base station for calculating the transmission power level of the traffic channel of the second base station in accordance with information of transmission power level of the traffic channel currently being transmitted from the first base station, ratio of transmission power level of the pilot signals transmitted from the first base station and the second base station, and ratio of signal level of the pilot signals of the first base station and the second base station received at the mobile station.

5. An apparatus of transmission power control in a cellular mobile communication system using a code division multiple access (CDMA) system for radio communication system, including a plurality of base stations each transmitting predetermined level of pilot signal, and a moving mobile station existing at first cell border in vicinity of second cell and activating soft hand-off operation providing the mobile station simultaneous communication with traffic channel of first base station currently being communicating in the first cell and with traffic channel of second base station to be newly communicating in the second cell, the apparatus comprising:

signal detection and reporting means in the mobile station for detecting signal level of respective pilot signals transmitted from the first base station and the second base station, and reporting the detected signal level of pilot signals to the respective first base station and the second base station;

information transferring means for transferring transmission power level of the pilot signal and the traffic channel, currently being transmitted from the first base station, to the second base station;

first control means in the first base station for calculating the transmission power level of the traffic channel of the first base station in accordance with information of ratio of the respective transmission power level of the pilot signals of the first base station and the second base station received at the mobile station; and

second control means in the second base station for calculating the transmission power level of the traffic channel of the second base station in accordance with

## 14

information of transmission power level of the traffic channel currently being transmitted from the first base station, ratio of transmission power level of the pilot signals transmitted from the first base station and the second base station, and ratio of signal level of the pilot signals of the first base station and the second base station received at the mobile station.

6. An apparatus of transmission power control in a cellular mobile communication system using a code division multiple access (CDMA) system for radio communication system, including a plurality of base stations each transmitting predetermined level of pilot signal, and a moving mobile station existing at first cell border in vicinity of second cell and activating soft hand-off operation providing the mobile station simultaneous communication with traffic channel of first base station currently being communicating in the first cell and with traffic channel of second base station to be newly communicating in the second cell, the apparatus comprising:

signal detection and reporting means in the mobile station for detecting signal level of respective pilot signals transmitted from the first base station and the second base station, and reporting the detected signal level of pilot signals transmitted from the first base station and the second base station to the respective first base station and the second base station;

information transferring means for transferring transmission power level of the pilot signal and the traffic channel, currently being transmitted from the first base station, to the second base station, and transferring transmission power level of the pilot signal of the second base station, currently being transmitted from the first base station, to the first base station;

first control means in the first base station for calculating the transmission power level of the traffic channel of the first base station in accordance with information of ratio of combination of the respective transmission power level of the pilot signals of the first base station and the second base station received at the mobile station and the respective transmission power level of the pilot signals of the first base station and the second base station currently being transmitted; and

second control means in the second base station for calculating the transmission power level of the traffic channel of the second base station in accordance with information of transmission power level of the traffic channel currently being transmitted from the first base station, ratio of combination of the respective transmission power level of the pilot signals of the first base station and the second base station received at the mobile station and the respective transmission power level of the pilot signals of the first base station and the second base station currently being transmitted.

\* \* \* \* \*